

# Az elektromágneses tereknek tulajdonított idiopátiás környezeti intolerancia (IEI-EMF) jelensége az érintettek szemszögéből

DÖMÖTÖR ZSUZSANNA\* – KÖTELES FERENC –  
SZEMERSZKY RENÁTA

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Pedagógiai és Pszichológiai Kar,  
Egészségfejlesztési és Sporttudományi Intézet, Budapest, Magyarország

(Beérkezett: 2021. július 12.; elfogadva: 2022. január 27.)

Kétrészes narratív összefoglalónkban áttekintést nyújtunk az *elektromágneses tereknek tulajdonított idiopátiás környezeti intoleranciával* (IEI-EMF, más néven elektromágneses túlérzékenységgel) kapcsolatos tudományos eredményekről, a kutatások jelenlegi állásáról. Tanulmányunk első részében az IEI-EMF jellemzőit az érintett személyek szemszögéből tárgyaljuk. A közleményünkben foglaltak hasznosak lehetnek úgy az érintett személyek, mint az egészségügyi szakemberek számára. Az elektromágneses túlérzékenység olyan állapotot jelent, amely során az érintett személy tüneteket tapasztal az elektromos eszközök közelében vagy azok használata során, és tüneteit az elektromágneses expozíciónak tulajdonítja. Az Egészségügyi Világszervezet jelenlegi álláspontja szerint az elektromágneses túlérzékenység nem diagnosztikus kategória, s mivel az elektromágneses kitettség és a tünetek közötti feltételezett kapcsolatot az eddigi kutatások eredményei nem igazolták, így a jelenséget az idiopátiás környezeti intoleranciák tágabb kategóriájába sorolták. Az állapot előfordulási gyakorisága jelentős variabilitást mutat az egyes országok között. A tünetek mind jellegükben, mind súlyosság és kronicitás tekintetében változatosak. Jellemzők a nonspecifikus, általános panaszok, valamint a bőrtünetek. Az IEI-EMF állapota gyakran együtt jár a fiziológiai és kognitív működés megváltozásával, továbbá egyéb szomatikus és mentális megbetegedések is kísérhetik. Jellemző a nagyfokú distressz és a csökkent szomatikus és mentális jóllét. Összefoglalónkban kitérünk az állapot prevalenciájára, a jellemző tünetekre és tünetttribúciós forrásokra, valamint a jelenséget kísérő demográfiai, fiziológiai és pszichológiai jellemzőkre. Ezután kitékintünk az orvos szakemberek elektromágneses túlérzékenységgel kapcsolatos hozzáállására, majd tanulmányunkat a felmerülő etikai kérdésekkel és megfontolásokkal zárjuk.

**Kulcsszavak:** elektromágneses tereknek tulajdonított idiopátiás környezeti intolerancia, IEI-EMF, elektrohiperszenzitivitás, EHS, környezeti betegség, orvosilag megmagyarázhatlan tünetek, EMF-túlérzékenység

---

\* Levelező szerző: Dr. Dömötör Zsuzsanna, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Pedagógiai és Pszichológiai Kar, Egészségfejlesztési és Sporttudományi Intézet, 1117 Budapest, Bogdánfy Ödön utca 10. E-mail: domotor.zsuzsanna@ppk.elte.hu

Kétrészes narratív összefoglalónkban az elektromágneses túlérzékenység jelenségét járjuk körül. A két tanulmány készítésekor célunk volt, hogy minél átfogóbb, teljesebb képet nyújtsunk az IEI-EMF tudományos szakirodalmáról, így az írásunkban szereplő forrásmunkák beválogatás során számos keresési kulcsszóval dolgoztunk, nem alkalmaztunk beválogatási vagy kizárási kritériumokat. Szándékunk szerint az IEI-EMF témakörében készült leginkább releváns, legfontosabb kutatási eredmények kerültek be a közleményeinkbe. Reméljük, hogy az ismertetett információk hasznosak lehetnek mind az érintett személyek, mind pedig az egészségügyi szakemberek számára is.

## 1. Definíció – a szenzibilitás és a szenzitivitás közti különbség

Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) által megfogalmazott definíció szerint az *elektromágneses tereknek tulajdonított idiopátiás környezeti intolerancia* ('Idiopathic Environmental Intolerance attributed to Electromagnetic Fields'; IEI-EMF), korábbi elnevezéssel elektromágneses hiperszenzitivitás olyan, nem-specifikus tünettél/tünetekkel terhelt állapotot jelent, amely tünete(ke)t a személy az elektromos eszközök közelében vagy használatkor tapasztalja, és az(oka)t az elektromos eszköznek tulajdonítja (WHO, 2004). A jelenséget más néven *elektromágneses túlérzékenységnek* vagy *elektrohiperszenzitivitásnak* (EHS) is nevezik. Találkozhatunk továbbá a *szenzibilitás* kifejezéssel is, ami az alacsony erősségű elektromágneses térnek (EMF) való kitettség észlelésének képességét jelenti, és nem szükségszerűen jár együtt tünetek megjelenésével. A *szenzitivitás* kifejezés ezzel szemben a már kialakult tünetek és az EMF expozíció okozati viszonyba állítása esetén használatos (Leitgeb & Schröttner, 2003). A fogalmak értelmezéséből következik, hogy a tünetek megjelenése nem szükségszerűen jár együtt az expozíció észlelésével. Egy 429 fővel végzett kérdőíves felmérés eredményei szerint az önmagukat elektrohiperszenzitívnek tartó egyének 56%-a tartotta magát képesnek az elektromágneses mezők érzékelésére (Röösli és mtsai, 2004). Vagyis elméletben a két jelenség (szenzitivitás és szenzibilitás) egymástól függetlenül is vizsgálható (Röösli, 2008). Amennyiben a kialakuló tüneteket a tünetmegjelenéshez általában szükséges expozíciónál jóval alacsonyabb szintű expozíciónak tulajdonítja az egyén, akkor beszélhetünk *hiperszenzitivitásról* (Leitgeb, 2009). Fontos tudni, hogy jelenleg nincs olyan objektív diagnosztikus eszköz vagy kritériumjellemező, amely elfogadott lenne az IEI-EMF állapot azonosítása során. Az állapot szubjektív, a terápiában öndiagnosztikus módon kerül azonosításra. Összefoglalónk második részében részletesen bemutatjuk az elektrohiperszenzitivitás azonosítására és vizsgálatára alkalmazott módszereket (pl. laboratóriumi provokációs vizsgálatok, keresztmetszeti és terepvizsgálatok stb.).

## 2. Az elektromágneses túlérzékenység tünetei

Számos próbálkozás történt az elektromágneses hiperszenzitivitásra jellemző tünetek vagy tünetegyüttes azonosítására (Baliatsas, Kamp, és mtsai, 2012; Eltiti és mtsai, 2007; Hillert és mtsai, 2002; Levallois és mtsai, 2002; McCarty és mtsai, 2011; Rössli és mtsai, 2004; Schüz és mtsai, 2006), azonban mivel az IEI-EMF panaszok egyénekenként igen eltérőek, így konzisztens tünetképet eddig nem sikerült meghatározni. Más szóval, nem létezik tipikus, csak erre az állapotra jellemző tünet vagy tünetegyüttes (Hillert és mtsai, 2002; Rössli és mtsai, 2004).

Egy korai tanulmányban több európai ország bevonásával vizsgálták a jellemző tüneteket, végül négy tág tünetcsoportot határoztak meg (Bergqvist és mtsai, 1997): bőrtünetek, idegrendszeri tünetek (pl. alvászavar, csökkent arousal, neuraszténia, stressz, szorongás, fejfájás), hormonális, metabolikus vagy egyéb általános testi tünetek (pl. kardiovaszkuláris, emésztési problémák), végül pedig az egyéb tünetek csoportja (pl. dagantos megbetegedéssel, allergiával, reprodukív rendszerrel összefüggő tünetek). A leggyakoribb problémáknak a neuraszténiás tünetek, a fejfájás és a bőrtünetek bizonyultak, amelyek gyakorisága azonban jellemzően országonként eltérő volt (Bergqvist és mtsai, 1997). Míg a skandináv országokban (Dánia kivételével) a bőrtünetek a jellemzőbbek, valamint a fáradtság és koncentrációs nehézségek (Hillert és mtsai, 2001), addig Franciaországban, Írországban, Olaszországban és az Egyesült Királyságban ezek alig jelentkeznek, Ausztriában, Dániában és Németországban pedig inkább az idegrendszeri tünetek a gyakoribbak (alvászavarok, fejfájás, idegesség és fáradtság) (Bergqvist és mtsai, 1997; Rössli és mtsai, 2004). Hazai reprezentatív adat az elektromágneses túlérzékenység jellemző tüneteiről egyelőre nem áll rendelkezésre. Egy korábbi kísérletes (provokációs) vizsgálatunkban, amely során a jobb kéz mágneses mező expozíciójakor észlelt tüneteket is vizsgáltuk, az IEI-EMF személyek leggyakrabban bőrtünetekről (görcsös, égető érzés, viszketés, melegérzet, izomfeszülés, fájdalom), valamint idegrendszeri tünetekről (szívdobogásérzet, fejfájás, reszketés, szédülés, homályos látás, izzadás, tinnitus) számoltak be (Köteles és mtsai, 2013).

A legtöbb felmérés szerint az IEI-EMF jellemzői a neuraszténiás és kognitív tünetek (fejfájás, fáradtság, szédülés, alvászavarok, koncentrációs nehézségek), valamint neurovegetatív és bőrtünetek (pirosság a bőrön, bizsergő, égő érzés) (Belpomme és mtsai, 2015; Hagström és mtsai, 2013; Hillert és mtsai, 1999, 2002; Nordin és mtsai, 2014). Az említett tünetek zömmel nonspecifikusak, az általános populációban is gyakran tapasztalt érzetek, az IEI-EMF személyek azonban jellemzően gyakrabban, nagyobb számban tapasztalják a panaszokat, jellegüktől függetlenül (Belpomme és mtsai, 2015; Hillert és mtsai, 2002; Rössli és mtsai, 2004; Schüz és mtsai, 2006).

Szintén nagy az egyéni variancia a tünetek súlyosságában és kronicitásában, valamint megjelenési időtartamaikban. Míg az esetek többségében az expozíciónak való kitettséggel egy időben jelentkeznek a panaszok, vannak, akik többnapos latenciaidőről számolnak be (Röösli és mtsai, 2004).

A kellemetlen tünetek mellett az IEI-EMF nagyfokú distresszel járó állapot (Carlsson és mtsai, 2005), amely súlyos esetekben csökkent munkaképességhez, akár a munkahely elvesztéséhez is vezethet (Levallois és mtsai, 2002; Stenberg és mtsai, 2002; Tseng & Cheng, 2014). Emellett a társas kapcsolatok csökkenésével vagy teljes megszűnésével, szociális izolációval járhat együtt, súlyosan akadályozva az egyént a normál életvitelében (Carlsson és mtsai, 2005; Kjellqvist és mtsai, 2016; Österberg és mtsai, 2007; Röösli és mtsai, 2004; Rubin és mtsai, 2008).

### 3. A tünetattribúció célpontjai – tünetkiváltónak vélt expozíciós források

A kezdeti attribúciós célpontok az 1970-es években a vizuális megjelenítő egységek (VDU, képernyők, monitorok) voltak. Idővel, ahogy bővült az EMF expozíciós források száma, úgy változtak az attribúciós célpontok is. Felmérések szerint manapság a tüneteket az érintettek leggyakrabban mobiltelefonoknak és bázisállomásaiknak, távvezetékeknek, számítógépeknek és monitorjaiknak vagy általánosan az elektronikai berendezéseknek tulajdonítják (Andrianome, de Seze, és mtsai, 2018; Hagström és mtsai, 2013; Kato & Johansson, 2012; Nordin és mtsai, 2014; Oftedal és mtsai, 2012; van Dongen és mtsai, 2014). Egy svájci kérdőíves vizsgálat során közel 400, önmagát elektroszenzitívnek tartó személy számolt be az általa tünetkiváltónak tartott expozíciós forrásokról, amelyek eloszlása a következőképp alakult: 74%-uk tartotta a mobiltelefon bázisállomásokból származó expozíció lehetőségű tünetkiváltó hatásúnak, a mobiltelefonokat a válaszadók 36%-a, a vezeték nélküli telefonokat 29%, míg a távvezetékeket a válaszadók 27%-a vette felelőssé tüneteikért (Röösli és mtsai, 2004). Egy francia vizsgálat alapján a leggyakoribb tünetkiváltó expozíciós forrásnak a vezeték nélküli hálózatok (82,7%), mobiltelefon (80,8%), telefonantennák (73,1%), DECT (vezeték nélküli telefon) (71,2%) és Bluetooth (57,7%) bizonyultak (Andrianome, de Seze, és mtsai, 2018).

### 4. Prevalencia

Az egységes diagnosztikus kritériumok hiánya rányomja a bélyegét az IEI-EMF prevalenciájával kapcsolatos becslésekre is (Baliatsas, Kamp, és mtsai, 2012). Az alkalmazott kritériumoktól függően sokféle, a különböző országok között erősen variáló előfordulási adatokkal találkozhatunk (1. táblázat).

Nyugat-Európa-szerte akár három nagyságrenddel eltérhetnek egymástól az – egyébként hasonló mértékű expozíciós terheléssel bíró – országok prevalenciával kapcsolatos beszámolóí (Silny, 1999).

Ha egyedüli kritériumként a tünetek EMF expozíciónak való tulajdonítását használják, akkor akár 20,9%-ot is elérhet az IEI-EMF személyek aránya egyes epidemiológiai tanulmányokban (Mohler és mtsai, 2010). Szigorúbb kritériumok esetén (pl. tünetek rendszeres megjelenése, elektrohiperszenzitivként történő címkézés, alternatív orvosi diagnózis hiánya stb.), illetve földrajzi régiótól függően 1,5-5% közé tehető az IEI-EMF előfordulási gyakorisága (az IEI-EMF állapot azonosításáról bővebben az összefoglalónk második részében írunk) (Hillert és mtsai, 2002; Levallois, 2002; Nordin és mtsai, 2014; Schreier és mtsai, 2006; Schröttner & Leitgeb, 2008). Egybevág ezekkel a megfigyelésekkel az általunk végzett magyarországi felmérés is (Szemerszky és mtsai, 2019). Ennek eredményei szerint, ha csupán egy kritériumot (egy eldöntendő kérdést) alkalmaztunk az IEI-EMF azonosítására, akkor a megkérdezettek 15,2%-a tartotta (címkézte) magát túlérzékenynek az elektromágnesességre. Ezen személyeknek azonban csupán 61%-a számolt be arról, hogy tapasztalt már EMF-kitettséghez kapcsolt tüneteket és ezek a tünetek negatívan hatnak az életminőségére – pedig ez utóbbi két kritérium is szerves része az IEI-EMF definíciójának. A felmérésből kiderült, hogy az önmagukat elektrohiperszenzitivnek tartó személyek 21%-a egyáltalán nem tapasztalt EMF-hez kapcsolódó tüneteket, sem pedig az életminősége romlását. Az eredmények alapján erősen torzított előfordulási adatokhoz vezethet, ha csupán egyetlen kérdéssel mérik fel és azonosítják az IEI-EMF állapotát.

Az előfordulási adatok alapján 2006-ig növekvő tendencia volt megfigyelhető (Hallberg & Oberfeld, 2006), azonban 2007 után megfordult ez az irány, csökkenő prevalencia adatokról számoltak be a felmérések (Huang és mtsai, 2018). Ez a csökkenő trend feltehetően részben visszavezethető arra, hogy a médiában egyre kevesebb írás, figyelemfelkeltő riport jelenik meg az elektrohiperszenzitivitással kapcsolatosan, kisebb nyilvános figyelem fordul a jelenség felé. Egy holland tanulmány eredményei szerint az IEI-EMF-fel kapcsolatos újságcikkek száma jelentősen csökkent 2008 és 2009 között (87 db-ról 68-ra) (Claassen és mtsai, 2012), amit a rákövetkező néhány évben követett az IEI-EMF prevalenciájának jelentős csökkenése, 7%-ról (van Dongen és mtsai, 2014) 3,5%-ra (Baliatsas és mtsai, 2014). Más feltételezés szerint a csökkenő prevalencia vélhetően azon hivatalos törekvéseknek is köszönhető, amelyek célja az EMF-fel kapcsolatos, a tudományos megalapozottságot teljesen nélkülöző félelmek csökkentése, az elektromágneses mezőkkel kapcsolatos bizalom növelése. Valamint nem lehet kizárni azt sem, hogy a krónikus kitettség hatására nőtt az emberi szervezet EMF-expozícióval szembeni toleranciája (Huang és mtsai, 2018).

1. táblázat. Az elektromágneses tereknek tulajdonított idiopátiás környezeti intolerancia (IEI-EMF) prevalenciája a különböző országokban

	IEI-EMF prevalenciája	Minta	Részletek	Referencia
Egyesült Királyság	4%	$n = 4431$	22,2% válaszadási arány	Eltiti és munkatársai (2007)
Hollandia	7%	$n = 1009$	1. minta: teljes holland népességből reprezentatív csoport, 60%-os válaszadási arány 2. minta: beszámolt EMF expozíciónak tulajdonított tünetről az előző 5 évben, 41,7%-os válaszadási arány Adatgyűjtés 2009-ben	van Dongen és munkatársai (2014)
	3,5%	$n = 5789$	46%-os válaszadási ráta, önjellemzős kérdőívek és házi-orvosi adatbázis használata, adatgyűjtés 2011-ben	Baliatsas és munkatársai (2014)
Japán	1,2% (mobiltelefonhoz kapcsolt tünetek)	$n = 2472$	csak nők közötti felmérés; 49,4% válaszadási ráta	Furubayashi és munkatársai (2009)
Kalifornia	3,2%	$n = 2072$	telefonos	Levallois és munkatársai (2002)
Németország	8-10%	$n = 2500$	telefonos	INFAS (2006)
	10,3% tulajdonított MPBS-nek káros egészségi hatásokat	$n = 30\,047$	58,6% válaszadási arány	Blettner és munkatársai (2009)
	6% (tünetet EMF-nek tulajdonít), 1% vallotta magát hiperszenzitivnek	$n = 2046$	telefonos	Ulmer és Bruse (2006)
	95% számolt be legalább egy enyhe EMF-hez kapcsolt panaszról	$n = 340$	személyes interjú; szelekciós torzítás (olyan résztvevők, akik részt akartak venni, érdekelte őket a téma)	Frick, Rehm, és Eichhammer (2002)

	IEI-EMF prevalenciája	Minta	Részletek	Referencia
Svájc	5%	$n = 2\,048$	telefonos	Schreier és munkatársai (2006)
	18,2% („tapasztalt RF-EMF okozta káros egészségi hatásokat”) illetve 8,1% („elektrohiperszenzitív”) – összesen: 20,9%	$n = 1\,375$	34,4%-os válaszadási ráta	Mohler és munkatársai (2010)
Svédország	1,5%	$n = 10\,605$	postai levél, 73%-os válaszadási arány	Hillert és munkatársai (2002)
	20% VDU-nak, fénycsőnek tulajdonított kellemetlenség; 4,3%-nál ez erős mértékű volt	$n = 13\,381$	postai levél, 59%-os válaszadási arány	Carlsson és munkatársai (2005)
Taiwan	13,3%	$n = 1\,251$	telefonos interjú 2007-ben	Tseng és munkatársai (2011)
	4,6%	$n = 3\,303$	telefonos interjú 2012-ben	Huang és munkatársai (2018)

Megjegyzés: RF-EMF = rádiófrekvenciás elektromágneses tér, VDU = vizuális megjelenítő egység.

## 5. Az IEI-EMF állapot demográfiai jellemzői

Az elektromágneses tereknek tulajdonított nem-specifikus tünetek gyakrabban fordulnak elő nőknél, mint férfiaknál (Baliatsas, Van Kamp, és mtsai, 2012; Carlsson és mtsai, 2005; Frick és mtsai, 2002; Hillert és mtsai, 2002), ám találkozhatunk ezzel ellentmondó epidemiológiai vizsgálatokkal ( $n = 30\,047$ ), ahol nem mutattak ki összefüggést a nem és IEI-EMF között (Blettner és mtsai, 2009; Levallois és mtsai, 2002).

Úgy tűnik, hogy az észlelt EMF-túlérzékenység főleg a felnőtt lakosságot érinti (gyermekekre vagy fiatalokra vonatkozó tudományos felmérés nem született ez idáig), 30–59 év között (Blettner és mtsai, 2009), illetve 40–50 év felett gyakoribb (Baliatsas, Van Kamp, és mtsai, 2012; Rubin és mtsai, 2008).

Bizonyos vizsgálatoknál ez a munkavállalói korra (Carlsson és mtsai, 2005; Dieudonné, 2016, 2019), másutt 60–69 évre terjed (Hillert és mtsai, 2002), megint másutt a 65 év felettek körében csökken a prevalenciája (Tseng és mtsai, 2011). Az életkorral nem mutat lineáris összefüggést (Frick és mtsai, 2002; Leitgeb, 2009).

Alacsonyabb az IEI-EMF prevalenciája a magasabban iskolázott, nagyobb bevétellel rendelkezők között (Blettner és mtsai, 2009; Hillert és mtsai, 2002; Levallois és mtsai, 2002). További korrelátumként megjelent még az ázsiai etnicitás (Levallois és mtsai, 2002) és a bevándorlói státusz (Carlsson és mtsai, 2005).

## 6. IEI-EMF-hez kapcsolódó egyéb megbetegedések

Az IEI-EMF gyakran jár együtt különféle krónikus megbetegedésekkel, szomatikus egészségi problémákkal (Kjellqvist és mtsai, 2016; Rubin és mtsai, 2008). Eltiti és munkatársai (2007) kérdőíves vizsgálatában az IEI-EMF személyek ( $n = 50$ ) a kontrollegyéneknél ( $n = 261$ ) gyakrabban szenvedtek egyéb krónikus megbetegedéstől (32% szemben a 14,6%-kal): 9,1%-uk krónikus fáradtság szindrómától, 8% cukorbetegségtől, 6,8% hát-, gerincbántalmaktól és ízületi megbetegedéstől, 4,5% pajzsmirigy-elégtelenségtől vagy túlműködéstől. Pajzsmirigy, illetve máj működési zavarra, krónikus gyulladós folyamatokra utaló jeleket találtak az IEI-EMF személyek ( $n = 132$ ) vérmintáinak laboratóriumi vizsgálatakor egy német tanulmányban is (Dahmen, Ghezel-Ahmadi, & Engel, 2009). Gyakoribbak még az IEI-EMF személyek körében a hagyományos allergiák, valamint az egyéb érzékenységek – mint amilyen például a többszörös kémiai szenzitivitás – (Hillert és mtsai, 2002; Levallois és mtsai, 2002; Nordin és mtsai, 2014; Palmquist és mtsai, 2014), valamint az asztma és a szénanátha (Hillert, 2001) is.

Egy osztrák kérdőíves felmérés eredménye alapján gyakoribb a *tinnitus* előfordulása az IEI-EMF személyek ( $n = 89$ ; 50,72%) esetében, mint a kontrolszemélyeknél ( $n = 107$ ; 17,5%) (Landgrebe és mtsai, 2009). Azonban az IEI-EMF állapota nem állt kapcsolatban a *tinnitus* időtartamával vagy súlyosságával, valamint a (mobiltelefon-használat alapján) becsült EMF-expozíció és *tinnitus* között sem találtak kapcsolatot. A szerzők szerint lehetséges, hogy a *tinnitus* csak egy az IEI-EMF személyek által tapasztalt, számtalan nem-specifikus tünet közül, azonban az is lehetséges, hogy a két állapot közös patofiziológiai útvonalon osztozik: a túlzott kortikális distressz egyéni sérülékenységhez vezethet, aminek következménye a két állapot. A *tinnitus* gyakoribb előfordulását más vizsgálat is megerősítette (Belpomme és mtsai, 2015).



## 7. Az elektromágneses túlérzékenységgel együtt járó fiziológiai és kognitív jellemzők

### 7.1. Általános biomarkerek

2009-ben publikálták az egyik legkorábbi tanulmányt (Dahmen és mtsai, 2009), amely IEI-EMF személyek ( $n = 132$ ; kontroll:  $n = 101$ ) vérmintáit elemezte. A szerzők olyan általános, rutinszerűen alkalmazott mutatókat vizsgáltak (pl. pajzsmirigy-stimuláló hormon, alanin transzamináz, kreatinin, hemoglobin, hematokrit, C-reaktív protein), amelyek alapján a leggyakoribb szomatikus betegségek azonosíthatók. A pajzsmirigy-stimuláló hormon, alanin transzamináz/aszpartát transzamináz koncentrációk esetében szignifikáns különbség volt az IEI-EMF és kontrollcsoport között, ami a pajzsmirigy és a máj működési rendellenességére, valamint krónikus gyulladásos folyamatokra utalt az IEI-EMF alanyok egy markáns csoportjánál. Az eredményeket figyelembe véve az elektrohiperszenzitív személyek kezelésekor fontos a kísérő szomatikus betegségek, esetlegesen fennálló pajzsmirigy-, májdiszfunkciók azonosítása és kezelése. Anémiára vagy vesediszfunkcióra utaló jeleket nem találtak.

A detoxifikációs folyamatok károsodását mutatta ki egy olasz vizsgálat (De Luca és mtsai, 2014) elektrohiperszenzitív (IEI-EMF;  $n = 153$ ) és többszörös kémiai szenzitivitással (Multiple Chemical Sensitivity) (MCS,  $n = 147$ ) bíró páciensek vérmintáiban (kontroll:  $n = 132$ ). 12 olyan metabolikus paramétert vizsgáltak, amelyek szerepet játszanak a szervezetben zajló redoxi reakciókban, szabadgyökök semlegesítésében. A vizsgált markerek közül több enzim esetében is aktivitásváltozást találtak (pl. glutation-peroxidáz/S-transzferáz, kataláz), továbbá a glutation (fontos antioxidáns molekula) koncentrációja is alacsonyabb volt az IEI-EMF és MCS csoportokban, ami az oxidációs és gyulladásos folyamatok intenzív jelenlétére utal. A környezeti érzékenységgel bíró páciensek vérplazmamintáiban megfigyelhető megnövekedett koenzim-Q<sub>10</sub> oxidációs arány, valamint az MCS csoportban a vörösvértetek membránjának többszörösen telítetlen zsírsavtartalmának csökkenése is a gyulladásos folyamatokra utal. A szerzők szerint az általuk vizsgált metabolikus biomarkerpanel megfelelő eszköze lehetne a környezeti érzékenységek diagnosztizálásának. Fontos azonban, hogy mivel nem az expozíció hatását, hanem általános gyulladásos és metabolikus paraméterek alapértékeit vizsgálták, ezért semmi bizonyíték nem áll rendelkezésre arra nézve, hogy ezen megváltozott paraméterekhez köze lenne az EMF-nek vagy a kémiai anyagoknak. A változás más környezeti/életmódbeli/genetikai tényezők hatása ugyanúgy lehet.

Belpomme és munkatársai (2015) 1216 fő IEI-EMF és/vagy MCS páciens vér- és vizeletmintáit vizsgálták specifikus biomarkerek azonosítása céljából

(pl. a hisztamin vérkoncentrációját a feltételezett gyulladás jelenléte miatt; nitrotirozin koncentrációt a gyulladásban szerepet játszó oxidatív stressz miatt; az EMF-hatásra történő hősokkfehérje koncentrációnövekedést mutató állatkísérletek miatt több hősokkfehérje koncentrációját; a fáradtsággal kapcsolatos tünetek miatt a melatonin metabolitjának koncentrációját a vizeletben stb.). Találtak számos, az IEI-EMF és MCS állapotára jellemző – bár nem specifikus – elváltozást. Kiemelték a szerzők a hisztamin magas perifériás koncentrációjának gyakoriságát (esetek 40%-a), ami szerintük gyulladással mediátorként központi szerepet játszhat a két állapot patogenezisében. A további eredményeiket is alapul véve Belpomme és munkatársai szerint a környezeti érzékenységre a szervezet szisztémás gyulladása és a vér-agy gát sérülése a jellemző. A szerzők közvetett úton olyan súlyos állapotokkal is összefüggésbe hozzák az EMF-expozíciót, mint a neurodegeneratív betegségek és a rák kialakulásának kockázata. Ugyanez a kutatócsoport későbbi (szintén kontrollcsoport nélküli) vizsgálatában IEI-EMF résztvevők ( $n = 32$ ) oxidatív stressz mutatóit tanulmányozta (Irigaray, Caccamo, és mtsai, 2018). Eredményeik szerint az elektromágnesesen túlérzékeny személyek vérmin táinak 80%-ánál kimutatható volt egy vagy több oxidatív stresszt jelző biomarker. Kontrollcsoport híján azonban semmiképp sem jelenthető ki, hogy ezek a mutatók az IEI-EMF állapotára specifikusan jellemzőek lennének, valamint nem kötődnek az elektromágneses kitettséghez sem.

Összességében elmondható, az elektrohiperszenzitív állapotra jellemző specifikus biomarkerek azonosítására tett próbálkozások egyelőre sikertelenek voltak, nem-specifikus (pl. gyulladással) biomarkereket azonban több vizsgálat is kimutatott. Hiányzik ugyanakkor a kapott eredmények replikációja független mintá(ko)n.

## 7.2. Stresszhormonok és alvászavarral kapcsolatos biomarkerek

Egy korai vizsgálatban a VDU-knak tulajdonított tünetekkel rendelkező alkalmazottak ( $n = 47$ ) tiroxin- és prolaktinszintje magasabb volt tünetmentes kollegáiknál (Berg és mtsai, 1992). Ellentmond ennek az eredménynek Lonne-Rahm és munkatársai (2000) kettős-vak provokációs vizsgálata, amely során nem találtak különbséget az EMF-túlérzékeny és kontrollszemélyek között sem a stresszhormonok (adrenokortikotrop hormon, prolaktin, neuropeptid Y, növekedési hormon) kezdeti vérkoncentrációjában, sem a VDU-expozíció és stressz hatására megjelenő változásokban.

Szintén nem találtak megnövekedett HPA (hipotalamusz-hipofízis-mellékvesekéreg) tengely aktivitásra utaló jeleket abban a vizsgálatban, ahol az elektromosság, illetve szagokkal kapcsolatos környezeti-érzé-

kenységről beszámoló résztvevők által öt napon keresztül, napi háromszor gyűjtött nyálmintákban elemezték a kortizol koncentrációját (Carlsson és mtsai, 2006).

Hillert és munkatársai (2001) a környezeti érzékenységek egy gyakori tünete, a fáradtság mögötti egyik lehetséges okot, az acetilkolin-észteráz aktivitásának megváltozását vizsgálták. Az acetilkolin-észteráz aktivitását 14 elektromágnesesen érzékeny személy mintáján elemezték, akiktől háromszor vettek mintát: kétszer a tünet (fáradtság) tapasztalásakor és egyszer random időpontban. Az eredmények egyik vizsgálati alanynál sem mutattak acetilkolin-észteráz aktivitásbeli elváltozást a fáradtságtünet tapasztalása alatt, valamint csoportszinten sem volt megfigyelhető az enzim aktivitáscsökkenése fáradtság idején, illetve a kolinészteráz aktivitás és a tünet súlyossága között sem találtak összefüggést (Hillert és mtsai, 2001).

Az alvászavar szintén jellemző tünete az IEI-EMF-nek (Bergdahl, 1995; A. Johansson és mtsai, 2010). Ezzel kapcsolatban egy francia kutatócsoport a cirkadián ritmus tanulmányozásához gyakran használt hormon, a melatonin koncentrációját vizsgálta IEI-EMF személyek ( $n = 30$ ) és kontrollszemélyek ( $n = 25$ ) nyálmintáiban, valamint vizeletmintából meghatározták a melatonin fő metabolitjának, a 6-szulfatoxi-melatoninnak a koncentrációját is. Habár a két csoport szubjektív alvásminőségében markáns különbségek voltak (az IEI-EMF személyek kevésbé pihentető alvásról számoltak be), a két csoport mintáinak melatonin vagy 6-szulfatoxi-melatonin koncentrációja nem különbözött szignifikánsan (Andrianome, Hugueville, és mtsai, 2016).

### 7.3. Genetikai fatorok

A genetikai faktorokat tekintve a Stockholm Egyetem egy kutatócsoportja azt találta, hogy az EMF-túlérzékeny alanyok limfocita sejtjeinél UMTS és GSM 915 Hz frekvenciájú expozíció hatására megváltozott a DNS-javító folyamattal kapcsolatos kromatinállomány az 53BP1/ $\gamma$ H2AX fókuszok esetében, míg a kontrollszemélyeknél ilyen változást nem találtak. A 53BP1 és  $\gamma$ H2AX állvány (scaffolding) fehérjék a kettős szálú DNS törések javításáért felelősek, így ez az eredmény összefügghet azon folyamatokkal, amelyeket – néhány esetben – a mikrohullámú expozíciót követően mutattak ki: az expozíció által indukált DNS sérülés javításának gátlásával és az egyszeres és kettős DNS-szál törések megjelenésével (Belyaev és mtsai, 2009).

A korábban említett tanulmányban De Luca és munkatársai (2014) különböző metabolikus enzimek genetikai polimorfizmusait is vizsgálták IEI-EMF, MCS és kontrollszemélyekből álló mintákon. A kontrollcsoporthoz képest az IEI-EMF alanyok megváltozott citokróm enzimet kódoló génvariánsokat mutattak (a gyógyszer és szteroid metabolizmusban szerepet

játszó CYP2 család), valamint találtak egy olyan glutation S-transzferáz haplotípus variánst, ami az eredmények szerint az IEI-EMF kialakulásának 9,7-szer nagyobb kockázatával jár. A szerzők szerint ezek az eredmények hozzájárulnak ahhoz, hogy a környezeti érzékenységek genetikai hátterét tisztábban lássuk, ugyanakkor szükséges lenne mindezt további nagy elemszámú vizsgálatokkal megerősíteni, valamint a génvariánsokkal együtt járó metabolikus fenotípus azonosítása is várat még magára.

#### 7.4. Dermatológiai elváltozások

Egy svéd kutatócsoport (O. Johansson és mtsai, 1996) többször is vizsgálta a VDU-expozícióhoz köthető bőrtünetekre (ún. „képernyő dermatitis”) jellemző biológiai markereket. Legkorábbi vizsgálatukban három csoport (VDU-nak tulajdonított szubjektív bőrtünetek:  $n = 4$ ; VDU-hoz kötött szubjektív és objektív bőrtünetek:  $n = 8$ ; egészséges kontroll:  $n = 3$ ) bőrbioopszia-mintáit hasonlították össze. Különbséget találtak a calcitonin gén-kapcsolt peptid, szomatosztatin, vazóaktív intesztinális polipeptid, hisztidin-izoleucin-amid peptid, neuropeptid tirozin, s-100 fehérje és még jó néhány egyéb mutató koncentrációjában. Azonban nem volt egyetlen olyan marker sem, ami által élesen megkülönböztethető lett volna a VDU-hoz kapcsolt bőrtünetekkel jellemezhető biopszia az egészséges bőrből vett mintától, valamint az elváltozások okozójaként nem zárható ki az EMF-expozíción kívüli, egyéb faktorok szerepe sem. Ugyanezen szerzők korábbi provokációs vizsgálatában (O. Johansson és mtsai, 1994) szomatosztatin-immunreaktív dendritikus sejteket és hisztamin tartalmazó hízósejteket azonosítottak két EMF-túlérzékeny páciens bőrmintájában tv-képernyő expozíciót megelőzően. Az expozíció után a hízósejtek száma változatlan maradt, a szomatosztatin-pozitív sejtek azonban látszólag eltűntek – a szerzők szerint ez akár az immunreaktivitás elvesztését mutathatja, vagyis a sejtek még ott voltak a szövetben, azonban ismeretlen ok következtében már nem mutattak immunreaktivitást az általuk használt szomatosztatin antitestre: a sejtekből vagy felszabadult a szomatosztatin, vagy degradálódtak a molekulák.

#### 7.5. Vegetatív idegrendszeri mutatók

Lyskov és munkatársai (2001) EMF-túlérzékeny személyek ( $n = 20$ ; kontroll:  $n = 20$ ) vegetatív idegrendszeri szabályozási folyamatainak nyugalmi alapértékeit, és ugyanezen folyamatok különböző tesztekre mutatott reaktivitását vizsgálták. A nyugalmi mérések során az IEI-EMF csoport eredményei megnövekedett arousalt és a vegetatív idegrendszeri szabályozás

szimpatikus ágának túlsúlyát mutatták, ami a magasabb nyugalmi szívfrekvencia értékben (átlag 75 bpm volt az IEI-EMF csoport esetében a nyugalmi pulzus, szemben a kontrollszemélyeknél tapasztalt 66,7 bpm-mel) és az alacsonyabb szívfrekvencia variabilitásban tükröződött, valamint megmutatkozott még a nagyobb amplitúdójú szimpatikus bőrválaszban, továbbá a centrális kritikus fúziós frekvencia és a vizuálisan kiváltott potenciálok mérése során. Ugyanezen vegetatív idegrendszeri szabályozási folyamatok különböző funkcionális tesztekre (pl. állásteszt, mély légzés) mutatott válasza is eltért a két csoport között. Az eredmények alapján a szenzoros stimulusokra (pl. vibráló fényre) az IEI-EMF csoport résztvevői megnövekedett arousalt és fokozott válaszkészséget mutattak. Ez a szimpatikus rendszer túlsúlyára utaló fokozott válaszkészség további vizsgálatokban is megfigyelhető volt (Sandström és mtsai, 1997, 2003; Wilén és mtsai, 2006).

Hasonló eredmény született egy egyszeresen vak provokációs vizsgálat során, ahol – expozíciós kondíciótól függetlenül – megfigyelhető volt az EMF-túlérzékeny alanyok vegetatív idegrendszerének szimpatikus irányú dominanciája (Wilén és mtsai, 2006). Nem figyeltek meg ugyanakkor hasonló eltérést egy másik egyszeresen vak, rádiófrekvenciás elektromágneses tér expozícióval dolgozó provokációs vizsgálat során (Kim és mtsai, 2008).

A szívfrekvencia-variabilitás (HRV) magas frekvenciájú komponense (HRV-HF) jó mutatója a szervezet paraszimpatikus aktivációjának (Kamath & Fallen, 1993). A HRV szimpatikus túlsúly irányába mutató eltérései és az észlelt stressz közötti kapcsolatot laboratóriumi és mindennapi körülmények között is kimutatták (Hjortskov és mtsai, 2004; Sloan és mtsai, 1994). Sandström és munkatársai (2003) vizsgálatában megfigyelhető volt az IEI-EMF személyeknél a HRV-HF cirkadián ritmusának megváltozása: elmaradt az alvás során elvárt – paraszimpatikus aktiválódást mutató – HRV-HF növekedés. Ez a jelenség is – csakúgy, mint a korábban bemutatott, alacsonyabb HRV értékekkel kapcsolatos eredmény (Lyskov és mtsai, 2001) – relatív szimpatikus idegrendszeri túlaktivációra utal, valamint azt is jelzi, hogy a vegetatív aktivitás eltérése nem csupán az akut stresszorokra adott reakció, hanem krónikusan fennálló jellemző lehet. Más vizsgálatokban ugyanakkor nem találtak összefüggést az IEI-EMF állapot és megváltozott HRV értékek között (Andrianome és mtsai, 2017; Köteles és mtsai, 2013).

## 7.6. Az IEI-EMF neurofiziológiai és kognitív korrelátumai

Sandström és munkatársai (1997) a szakirodalomban található, korábban elvégzett provokációs vizsgálatok negatív eredményei miatt feltételezték, hogy a VDU-nak tulajdonított bőr- és neurológiai tüneteket (és az azok hátterében álló vegetatív idegrendszeri változásokat) az EMF-től különböző,

más környezeti tényező váltja ki. Ilyen lehetséges tünetkiváltó faktornak gondolták a katódsugárcsőves képernyők által generált amplitúdó-modulált (vibráló) fényt, így tanulmányukban ennek hatását vizsgálták elektroretinográfiával és vizuális kiváltott potenciállal EMF-túlérzékeny ( $n = 10$ ) és egészséges kontroll ( $n = 10$ ) személyeken. Az eredményeik szerint a retinográfia nem jelzett eltérést a két csoport között, azonban az érzékeny páciensek esetében a kontrollokhoz képest magasabb amplitúdójú agyi kortikális válaszok voltak jellemzőek. Ez a magas frekvencián villódzó fényre adott kortikális válaszok hiperszinkronizációját mutathatja az IEI-EMF személyeknél, ami azonban nem jár együtt a perifériás folyamatok (retina reaktivitása) megváltozásával (Sandström és mtsai, 1997).

A krónikus, változatos tünetekkel terhelt állapotok patofiziológiájában szerepet játszhatnak a megváltozott központi szabályozási folyamatok (ez a feltételezés összhangban van a korábban bemutatott, vegetatív idegrendszeri kiegyensúlyozatlanságra mutató eredményekkel is). A kortikális ingerlékenység (excitabilitás) különböző paraméterei (pl. nyugalmi, aktív motoros küszöb stb.) tükrözik az interneuronális kapcsolatok integritását, a központi szabályozási folyamatokat, a megváltozott működés pedig együtt járhat különböző neuropszichiátriai betegségekkel (pl. tinnitusz, skizofrénia) (Landgrebe és mtsai, 2007) és a szorongáshoz, negatív érzelmekhez kapcsolódó személyiségvonásokkal (ld. 8.1. fejezet) (Wassermann és mtsai, 2001). A kortikális ingerlékenység egyik elterjedt vizsgálati módszere a transzkraniális mágneses stimuláció (TMS), amely során a központi idegrendszer noninvazív stimulációja történik 1-2 Tesla, 1 Hz-nél kisebb frekvenciájú erősségű mágneses mezővel. Az expozíció áthatol a koponyán és az agyhártyán, és elektromos áramot indukál az agyban. Ezzel akciós potenciál generálódik az idegsejtekben és a dorzolaterális prefrontális kérgen alkalmazva motoros válasz váltódik ki (Rossini és mtsai, 2015; Sauvé & Crowther, 2014). Landgrebe és munkatársai (2007) ezt a neurofiziológiai vizsgálati módszert alkalmazták elektrohiperszenzitív vizsgálati személyeknél. TMS vizsgálatuk során az IEI-EMF csoport ( $n = 23$ ) eredményeit két olyan kontrollcsoporttal ( $n = 49$ ) hasonlították össze, amelyek eltérő számú nem-specifikus egészségpanasszal bírtak. Céljuk volt ezzel, hogy így az elektrohiperszenzitivitásra specifikusan jellemző (nem pedig a többszörös tünetek következtében fellépő) neurofiziológiai változásokat azonosítsák. Az eredmények szerint az IEI-EMF csoport mindkét (a kevés és sok nem-specifikus tünettől bíró) kontrollcsoporthoz képest csökkent intrakortikális facilitációt mutatott, nem volt viszont különbség a motoros küszöbükben és az intrakortikális gátlásban. A megnövekedett intrakortikális facilitáció a nagyobb neuroplaszticitás jele, ezért a szerzők szerint az elektrohiperszenzitív csoportnál megfigyelt csökkent érték a neuroplaszticitás és így az adaptációs képesség csökkenésére utalhat. A rosszabb adaptációs képesség

pedig magyarázatul szolgálhat a páciensek környezeti hatásokkal szembeni sérülékenységére. Ugyanez a kutatócsoport nagyobb elemszámmal is megismételte a vizsgálatot (IEI-EMF:  $n = 89$ , kontroll:  $n = 107$ ) (Landgrebe, Frick, és mtsai, 2008), aminek eredményei szerint szintén nem volt különbség a dorzolaterális prefrontális kérgen alkalmazott egyszeres transzkraniális mágneses stimuláció impulzus észlelési küszöbében, a csökkent intrakortikális facilitáció pedig az előző vizsgálati eredményekhez hasonlóan megmutatkozott a fiatal és középkorú személyek esetében (ugyanakkor az idősebb IEI-EMF résztvevők ezzel ellentétes, megnövekedett értékekkel bírtak). További eredményeik szerint az EMF-túlérzékeny résztvevők diszkriminációs képessége szignifikánsan rosszabb volt a kontrollszemélyekénél, mert míg az IEI-EMF alanyok 60%-a tudósított érzetéről ál-expozíció esetén, addig a kontrollszemélyeknél ez az arány csak 40% volt. Összességében tehát a TMS vizsgálatok során az IEI-EMF személyek nem mutattak pontosabb detekciós képességet vagy motoros válaszbeli eltérést a kontrollszemélyekhez képest (Frick és mtsai, 2005; Landgrebe, Frick, és mtsai, 2008; Landgrebe és mtsai, 2007). Magasabb volt viszont a téves riasztások aránya, és csökkent intrakortikális ingerlékenységet is találtak az IEI-EMF csoportnál, amely okozhat csökkent adaptációs képességet (Landgrebe és mtsai, 2007).

Vizuális figyelmi feladat során csökkent koncentrációt, figyelmi és észlelési képességet mutattak a résztvevők ( $n = 66$ ), ha 45 dB erősségű zaj mellett 1 mT 50 Hz-es EMF-expozíció is érte őket (a zaj önmagában nem járt ilyen változással, az expozíció kettős-vak módon történt). A hatás csak azon személyek esetében volt jellemző, akik észlelt EMF-túlérzékenységről számoltak be (Trimmel & Schweiger, 1998). Egy későbbi vizsgálatban az UMTS bázisállomásjel-expozíció nem nyilvánult meg az egyszerű és választásos reakcióidő, valamint vizuális szelektív figyelem feladattal mért kognitív teljesítmény változásában, sem az EMF-túlérzékeny résztvevőknél ( $n = 33$ ), sem a kontrollszemélyeknél ( $n = 84$ ) (Regel és mtsai, 2006).

Landgrebe, Barta és munkatársai (2008) funkcionális mágneses rezonancia méréssel kísérték provokációs vizsgálatukat, ahol az ál-mobiltelefon-expozíció mellett hőhatás szolgált kontroll kondícióként. Eredményeik szerint míg a hő-kondíciónál mindkét csoport hasonló idegrendszeri aktivációt mutatott, az álexpozíciós kondíció esetében a próba előtt, és az álexpozíció alatt is az IEI-EMF alanyoknál megfigyelhető volt a fájdalomélmény emocionális feldolgozásában szerepet játszó agyterületek aktiválódása (anterior cinguláris kéreg és inzula).

Egy francia kutatócsoport vizsgálatuk során ún. pulzáló ultrahangalapú echográfiás eljárással dolgozott (Belpomme és mtsai, 2018; Irigaray, Catherine, és mtsai, 2018). Ezt az „encephaloscan”-nek nevezett vizsgálati módszert az 1966-os bemutatása óta csak szórványosan használják, kizáró-

lag kutatási célokra (Greco, 2020). Az eredményeik szerint az elektromágnesesen túlérzékeny páciensek a temporális lebeny, a talamusz és a limbikus rendszer területein csökkent pulzációs indexszel voltak jellemezhetőek, ami csökkent agyi véráramlással, neuronális diszfunkciókkal járhat együtt (Belpomme és mtsai, 2015; Irigaray, Lebar, és mtsai, 2018).

Összességében a TMS vizsgálatok eredménye, az EKG-regisztrátumok spektrális analízise és a funkcionális agyi mágneses rezonancia vizsgálatok alapján feltételezhető, hogy az EMF-túlérzékeny személyek idegrendszeri funkcionálása enyhén eltér az egészséges személyekétől (Marc-Vergnes, 2010). Az eltérések azonban nem specifikusak az IEI-EMF állapotára és nem is speciálisan az EMF-expozícióra adott válaszreakciók, hanem attól függetlenül is fennálló jellemzők, amiket egyéb külső-belső tényezők kiválthatnak. Az sem ismert, hogy ezekre az eltérésekre az IEI-EMF állapotának okozóiként vagy következményeiként kell-e tekintenünk. Továbbá az sem, hogy ha az utóbbiról van szó, akkor valós biofizikai útvonalon, vagy pedig *top-down* folyamatok útján létrejött, placebo hatás alapú változásokról van-e szó.

## 8. Az IEI-EMF állapotot kísérő pszichológiai jellemzők

### 8.1. Személyiségvonások

Az EMF-túlérzékenység személyiségvonásbeli korrelátumait először a Karolinska Személyiség Skálával mérték fel egy igen kis elemszámú vizsgálatban. Az eredmények alapján VDU-ra érzékeny személyek ( $n = 10$ ) a kontrollszemélyekhez ( $n = 10$ ) képest a *Testi szorongás* és *Izomfeszülés* alszkálakon érték el magasabb pontszámot (Bergdahl, 1995). Ugyanez a kutatócsoport egy későbbi vizsgálatában Cloninger 238 tételes *Temperamentum és Karakter Kérdőívével* hasonlította össze az EMF-túlérzékeny és kontrollszemélyek személyiségdimenzióit. A hét alapidimenzióból a *Kitartás* dimenzióon tértek el az EMF-túlérzékeny személyek ( $n = 33$ ) a kontrollcsoport ( $n = 67$ ) résztvevőitől (Bergdahl és mtsai, 2005). A szerzők szerint a magas *Kitartás* pontszám, valamint az amalgám fogtömésekre érzékeny csoport ( $n = 26$ ) magas *Ártalomkerülés* (fáradékonyság és aszténia) és *Önirányítottság* értékei arra mutatnak, hogy a környezeti érzékenységgel küzdő személyek személyisége sérülékeny, és hogy e sérülékenyséjük fejeződik ki a mentális és szomatikus tüneteken keresztül, amiket a páciensek környezeti hatásokként interpretálnak (Bergdahl és mtsai, 2004, 2005).

Több olyan vizsgálat is született, amelyeknél az elektrohiperszenzitív egyének személyiségvonásbeli jellegzetességei a kontrollcsoportéhoz hasonlóak voltak. Ilyen például az a tanulmány, amely az Eysenck Személyiség-



leltár alapján nem talált személyiségjegybeli eltérést (sem a neuroticizmus, sem az extravertió tekintetében) az IEI-EMF és kontrollszemélyek között (Hillert és mtsai, 1999), valamint egy 2009-es japán vizsgálat, amelyik Neo Ötfaktoros Személyiségleltárt alkalmazott a személyiségjellemzők mérésére (Furubayashi és mtsai, 2009).

Ellentétben Hillert és munkatársai (1999) korábban már említett eredményeivel, Österberg és munkatársai (2007) kutatásában a *Karolinska Személyiségskála* módosított változatán mérve az EMF-túlérzékeny ( $n = 16$ ) és EMF- és szagérzékeny ( $n = 39$ ) személyek magasabb pontszámokat értek el a neuroticizmus dimenziót mérő skálákon (szomatikus vonásszorongás, pszichés vonásszorongás, stresszre való hajlam, megkeseredettség, bizalmatlanság). Habár a vizsgálatok többsége esetében a keresztmetszeti jellegből adódóan az IEI-EMF és negatív affektivitás közti kapcsolat okozati összefüggéseit nem lehet meghatározni, egyes szerzők szerint valószínűsíthető, hogy a neuroticizmus személyiségvonás nem az IEI-EMF következménye, hanem lehetséges rizikófaktora az állapot kialakulásának, fennmaradásának, valamint a tünetattribúció generalizálódásának (Rubin és mtsai, 2008; Van den Bergh és mtsai, 2002). Ennek eldöntéséhez azonban longitudinális, prospektív vizsgálatok szükségesek, az IEI-EMF szakirodalmában azonban egyelőre kevés ilyenrel találkozhatunk.

Az IEI-EMF személyek magasabb pontszámot értek el a modernkori egészségféltség skála ('Modern Health Worries', MHW) sugárzás, szennyezett élelmiszer és toxikus beavatkozások alszálláin (Rubin és mtsai, 2008). Az EMF-túlérzékenység és a modernkori egészségféltség közti összefüggést kutatócsoportunk vizsgálatai is megerősítették (Dömötör és mtsai, 2017; Köteles és mtsai, 2013; Szemerszky és mtsai, 2015). Vagyis azok a személyek, akik tüneteiket az elektromágneses expozíciónak tulajdonítják, a modern technológiákat (különösen az elektromágneses sugárzást) általában is kockázatosabbnak tartják, és hajlamosabbak aggódni ezek hatásai miatt.

Kutatócsoportunk vizsgálati eredményei szerint az IEI-EMF szorosan összefügg a szomatoszenzoros amplifikáció konstruktumával is, amely a testi érzetek felerősítésére és tünetként való interpretációjára való hajlamot jelzi (Dömötör és mtsai, 2017; Köteles és mtsai, 2013; Szemerszky és mtsai, 2010, 2015), valamint az egészségszorongással és az értéksemleges testi tudatossággal is (Dömötör és mtsai, 2016). Több felmérés megerősítette a szomatizációs hajlammal való együttjárását (Frick és mtsai, 2002; Szemerszky és mtsai, 2009; Tseng és mtsai, 2011). Az IEI-EMF személyekre jellemzőek lehetnek a diszfunkcionális kognitív stratégiák, mint a rumináció, fizikai tünetekkel szembeni intolerancia és sérülékenység érzete. Jellemző lehet az EMF-túlérzékenységi állapot önértéklést, önbecsülést stabilizáló szerepe („különleges vagyok” érzés) (Landgrebe, Barta, és mtsai, 2008).

Egyes eredmények alapján az EMF-túlérzékeny személyek körében megfigyelhető a spirituális megküzdési stratégia erőteljesebb használata (Bergdahl és mtsai, 2004). Kutatócsoportunk felmérése ezt ugyanakkor nem támasztotta alá, megjelent viszont jellemzőként a természettel való kapcsolat érzése (biofilia) (Dömötör és mtsai, 2017). Gyakrabban fordulnak a komplementer és alternatív orvoslás felé (Baliatsas és mtsai, 2015; Rubin és mtsai, 2008) és bizalmatlanabbak az ortodox orvoslással szemben (Landgrebe, Barta, és mtsai, 2008).

Az elektrohiperszenzitivitás állapota tehát összefügg számos olyan vonás-típusú tulajdonsággal, amelyek gyengébb vagy erősebb kapcsolatban állnak a neuroticizmus/emocionális labilitás dimenziójával, e személyiségdimenzió tehát pszichológiai rizikófaktorként is értelmezhető. Ezen kívül az állapottal összefüggésbe hozhatók azok a személyiségvonások is, amelyek a szubjektív testi tünetek nagyobb gyakoriságával járnak együtt, valamint elősegítik a szomatikus érzetek felerősítését és tünetekként történő interpretációját. Jellemző továbbá a modern kori technológiák káros egészségi hatásaival kapcsolatos aggodalmak jelenléte, a nyugati orvoslással szembeni bizalmatlanság, a spiritualitás nagyobb foka és a természettel való erősebb kapcsolat érzése.

## 8.2. Csökkent testi és mentális jóllét, orvosilag megmagyarázatlan tünetek

Az IEI-EMF-személyeket csökkent testi és mentális jóllét (Carlsson és mtsai, 2005; Eltiti és mtsai, 2007; Österberg és mtsai, 2007) és több orvosilag megmagyarázatlan tünet jellemzi (Rubin és mtsai, 2008). Az IEI-EMF személyek egészséghez kapcsolt életminősége jelentősen rosszabb a referencia személyekénél (Baliatsas és mtsai, 2014; Huang és mtsai, 2018; Kjellqvist és mtsai, 2016; Tseng és mtsai, 2011), mind a testi és szociális funkcionálást (Kato & Johansson, 2012), az általános egészséget és vitalitást, testi fájdalmat és mentális egészséget tekintve (Kjellqvist és mtsai, 2016). Ezenkívül nagyobb fokú munkahelyi elégedetlenségről, gyakoribb fáradtságérzetről, fokozott pihenési igényről is beszámolnak (A. Johansson és mtsai, 2010; Österberg és mtsai, 2007) és jellemző az alvásminőség romlása is (Frick és mtsai, 2005; Landgrebe, Frick, és mtsai, 2008).

Míg a legtöbb tanulmány kapcsolatot mutatott ki a csökkent jóllét és EMF-túlérzékenység között, találhatunk olyan publikációt is, amely nem erősítette meg ezeket az eredményeket. Egy svéd felmérés eredményei alapján az elektromágnesesen túlérzékeny alanyok nem különböztek a kontrollszemélyektől ( $n = 241$ ) a mentális jóllét és szorongás mutatóikban, sem pszichoszociális jellemzőikben (Hillert és mtsai, 1999).

Egy svéd kutatócsoport vizsgálataiban még nem klinikai súlyosságú környezeti érzékenységről beszámoló személyek vettek részt (szagérzékeny személyek:  $n = 29$ , elektromos eszközre érzékeny személyek:  $n = 17$ ; szagra és elektromos eszközre egyaránt érzékeny személyek:  $n = 38$ ; kontroll:  $n = 56$ ). Vizsgálati személyeik még nem kerestek orvosi segítséget környezeti érzékenységük miatt, valamint aktívan dolgoztak, de hosszan tartó erős stressz és megterhelés hatására elméletileg kialakulhatott volna náluk patológiás mértékű IEI. Vagyis hipotetikusan „pre-IEI” állapotában voltak. Számos különböző szempontból megvizsgálták ezeket az IEI „előszobájában álló” személyeket, eredményeiket több publikációban is megjelentették (arousal, aggodalmak, attribúciók vizsgálata két héten keresztül (Persson, Eek, Österberg, Ørbæk, & Karlson, 2008); jellemző személyiségvonások (Österberg és mtsai, 2007); kortizolszекреció vizsgálata öt napon keresztül és HPA-tengely dexamethason szupresziós tesztje (Carlsson és mtsai, 2006); provokációs laborvizsgálat kémiai (szagos) anyaggal (Österberg és mtsai, 2004). Kéthetes vizsgálatukban az észlelt stressz megnövekedett szintjét és az alvászavarok gyakoribb jelenlétét találták. Továbbá akárcsak az IEI-páciensek esetében, az általuk vizsgált, klinikai környezeti érzékenységet el nem ért minta esetében is megfigyelhető volt a kiváltó faktorok generalizációja és az ezekhez kapcsolt viselkedés megváltozása (elkerülés) (Persson és mtsai, 2008).

A „pre-IEI” mintával nyert eredményeket a szerzők annak a kérdésnek a megválaszolására is használták, hogy az IEI páciensek körében megfigyelhető mentális distressz és sajátos személyiségjellemzők vajon az IEI kialakulásához vezető alkati sérülékenységet mutatják-e, vagy pedig a több éve tartó betegserepre adott másodlagos reakciók. Österberg és munkatársai (2007) elmélete szerint ugyanis, mivel vizsgálati személyeik személyiségét, viselkedését a munkaképtelenség vagy a betegsereppel járó érzelmi teher még nem befolyásolhatta (hiszen környezeti érzékenységük még nem volt annyira kifejezett), így eredményeikkel az IEI korai meghatározó tényezőiről nyújthatnak információt. Vizsgálatuk alapján elmondható, hogy a még nem patológiás mértékű környezeti érzékenységet mutató alanyok is szignifikánsan magasabb pontszámot értek el a Karolinska Személyiség Skála módosított változatának neuroticizmus dimenzióján (szomatikus és pszichés szorongás, stresszérzékenység, megkeserítettség és bizalmatlanság skálákon). Továbbá a 35 tételes tünetlista (SCL-35) mindegyik skáláján szignifikánsan magasabb értékeket értek el a kontrollszemélyeknél, ami pedig a szomatizáció, depresszió és szorongás jelenlétét mutatja. Valószínűsíthető tehát, hogy a klinikai IEI-pácienseknél a magas neuroticizmus érték és a mentális betegségek gyakori előfordulása nem a hyperszenzitivitással együtt járó teherre adott másodlagos reakció, hanem már a betegség előtt is jelen levő érzelmi sérülékenység jelei, amely meghatározó szerepet játsz-

hat a későbbi környezeti intolerancia kialakulásában (Österberg és mtsai, 2007). Fontos ugyanakkor megjegyezni, hogy a vizsgálat keresztmetszeti jellegéből adódóan mindez csak feltételezés. Eek és munkatársai (2010) hasonló következtetésre jutottak 5 éves longitudinális vizsgálatukban, amely során már a kiindulási méréseknél is a kontrollszemélyekhez képest több szubjektív egészségi panaszról, magasabb észlelt stresszről és a munkájukkal való nagyobb mértékű elégedetlenségről számoltak be azok a résztvevők, akiknél az alapmérés és utánkövetéses mérés között alakult ki valamilyen környezeti intolerancia.

## 9. IEI-EMF komorbiditása pszichiátriai zavarokkal

Az IEI-EMF pszichiátriai zavarokkal való komorbiditását ez idáig kevés tanulmányban vizsgálták (Frick és mtsai, 2005; Gruber és mtsai, 2018; Landgrebe, Frick, és mtsai, 2008; Rubin és mtsai, 2008). Egy korai felmérés szerint az IEI-EMF páciensek betegségétörténetében általában nem szerepel pszichiátriai zavar, és a betegek rendszerint nem érik el a patológiás állapotot jelző diagnosztikus küszöböt, egyedül a szomatizációs hajlam jeleit mutatják (Hillert & Kolmodin-Hedman, 1997). Nem talált az IEI-EMF alanyokra jellemző komorbid pszichiátriai betegséget egy japán tanulmány (Furubayashi és mtsai, 2009), továbbá egy 2014-es felmérés sem mutatta ki az IEI-EMF szorongásos és depresszív zavarokkal való összefüggését (Baliatsas és mtsai, 2014). Szintén nem volt a kontrollcsoportnál nagyobb a pszichiátriai esetek összesített gyakorisága az EMF-túlérzékeny személyek esetében Rubin és munkatársai (2008) vizsgálatában, ugyanakkor a depresszió vonatkozásában szignifikánsan magasabb pontszámot értek el az elektroszenzitív résztvevők. Előbbihez hasonlóan a szorongásos és szomatiform zavarok IEI-EMF személyekre jellemző magasabb előfordulási arányát nem mutatták ki Frick és munkatársai 2005-ös vizsgálatukban, azonban a diagnosztizált depresszió előfordulása gyakoribb volt a kontrollszemélyekhez képest (Frick és mtsai, 2005). Ellentmond ezeknek az eredményeknek Gruber és munkatársai (2018) vizsgálata, amely szerint az IEI-EMF együtt járt a szorongásos zavarokkal, a depresszióval, a funkcionális szomatikus szindrómákkal, a krónikus fáradtság szindrómával, a fibromialgiával és a migrénnel is.

Az előbbi tanulmányokkal ellentétben, ha a szorongás, depresszió és szomatizáció mértékét a klinikai diagnosztikus küszöbötől függetlenül vizsgálták, akkor a legtöbb felmérés alapján ezek igen gyakori kísérői az IEI-EMF állapotának (A. Johansson és mtsai, 2010; Österberg és mtsai, 2007). Egy svéd vizsgálat szerint az EMF-túlérzékeny személyek a kontrollcsoporthoz képest magasabb pontszámokat értek el a szorongást, depressziót és észlelt stresszt mérő kérdőívek esetében (Bergdahl & Bergdahl, 2001).

A depresszió és szorongás mértéke ugyan elmaradt a pszichiátriai páciensek esetében tapasztalhatótól, de még így is az alanyok 23%-a szenvedett az enyhétől súlyos formáig változó depressziótól. Szintén a major depresszió, generalizált szorongásos zavar és szomatiform zavar gyakoribb előfordulását találták Landgrebe és munkatársai (2008) az IEI-EMF alanyok ( $n = 89$ ) körében a kontrollcsoporthoz ( $n = 107$ ) képest. Érdekes azonban, hogy annak ellenére, hogy az ICD-10 szerint a szomatiform zavar számos jellemzőit mutatták az IEI-EMF páciensek, csupán 10%-uk érte el a diagnosztikus küszöbértéket. Egy 2016-os kérdőíves vizsgálatban az IEI-EMF személyek ( $n = 114$ ) a 90 tételes tünetlista (SCL-90) hat alszkálájából ötön (Obszesszív-kompulzív, Interperszonális érzékenység, Hosztilitás, Fóbiás szorongás, Paranoid ideáció) szignifikánsan magasabb pontszámot értek el a referencia mintánál ( $n = 104$ ), továbbá tendenciaszerűen a Pszichózis alszkálán is magasabban pontoztak (Kjellqvist és mtsai, 2016). Ezt erősíti meg kutatócsoportunk kérdőíves vizsgálata is, amelynek eredményei szerint az IEI-EMF állapothoz hozzájárul a paranoid gondolkodásra mutatott hajlam, még a szociodemográfiai változók és a szomatoszenzoros amplifikációra való hajlam kontrollálását követően is (Szemerszky és mtsai, 2021).

Az egyik legnagyobb elemszámú ( $n = 1251$  fő) vizsgálat, ami az EMF-túlérzékeny személyekre jellemző pszichiátriai zavarokat becsülte, egy taiwani telefonos felmérés volt (Tseng és mtsai, 2011). Eredménye szerint az EMF-túlérzékenységről beszámoló személyek 30,7%-ának volt komorbid pszichiátriai zavara, amelynek súlyossága dóziszfüggő kapcsolatot mutatott a vélt elektromágneses érzékenység mértékével. Vagyis a súlyosan elektro-szenzitív eseteknél nagyobb kockázattal alakult ki pszichiátriai zavar, valamint a pszichiátriai betegek esetében kétszer nagyobb volt az IEI-EMF megjelenésének kockázata. Hasonló eredményekről számoltak be Frick és munkatársai (2002) a szomatizáció vonatkozásában, vizsgálatukban megfigyelhető volt, hogy a szomatizációs tendencia növekedésével gyakoribbak és súlyosabbak voltak az EMF-hez kapcsolt tünetekről szóló beszámolók. Nehezíti azonban a szomatizáció becslését, hogy az EMF-expozíciónak tulajdonított tünetek általános, nem-specifikus panaszok, így a szomatizáció mérésére alkalmazott skálák általában számos olyan tételt tartalmaznak, amelyet az alanyok kifejezetten az EMF-expozíció hatásának tulajdonítanak. Ezért a szomatizáció emelkedett szintjének értelmezésekor körültekintéssel érdemes eljárni (A. Johansson és mtsai, 2010).

Az eredmények alapján összességében elmondható, hogy egyes pszichológiai tényezők fontos szerepet játszanak az IEI-EMF állapot kialakulásában és fennmaradásában. Bizonyos egyéb vizsgálati eredmények azonban rávilágítanak arra is, hogy miért nem ésszerű azt feltételezni, hogy csupán pszichiátriai kondíció állna az állapot hátterében (Foster & Rubin, 2014). Sok esetben az IEI-EMF személyeket érő stressz nagysága összehasonlítható

mértékű az IEI-EMF nélküliekével (Foster & Rubin, 2014), valamint alapos orvosi vizsgálatok során az EMF-túlérzékeny betegek akár harmadánál fény derült olyan egyéb, „hagyományos” szomatikus betegségekre, ami magyarázatul szolgált az EMF-expozíciónak tulajdonított tüneteikre (Andersson és mtsai, 1996; Hillert és mtsai, 1998). Még ha feltételezzük is a jelenség pszichológiai eredetét, akkor is érdemes szem előtt tartani, hogy a pszichológiai faktorok önmagukban nem nyújtanak elégséges magyarázatot, és az IEI-EMF etiológiája továbbra is tisztázatlan, különböző személyeknél különböző faktorok játszhatják a kulcsszerepet (Foster & Rubin, 2014).

Összefoglalva, a személyiségjellemzők és a pszichiátriai komorbiditást becslő vizsgálatok eredményei is abba az irányba mutatnak, hogy az IEI-EMF alanyok esetében a szokásosnál magasabb előfordulásúak egyes mentális zavarok. Ezek az eredmények alátámasztják az IEI-EMF kialakulásában a pszichológiai faktorok szerepét hangsúlyozó (top-down) elméleteket, azonban nem zárják ki azt, hogy a biokémiai/biofizikai (azaz bottom-up) faktorok is szerepet játszhatnak az állapot létrejöttében és fennmaradásában (Marc-Vergnes, 2010).

## 10. IEI-EMF-ben érintett személyek helyzete az orvosi világban

Számos országban jól ismert az elektromágneses túlérzékenység jelensége az orvosok körében, sőt, kérdőíves felmérések szerint jelentős részük úgy véli, hogy a környezeti EMF-expozíció ténylegesen okozhat nem-specifikus tüneteket. Osztrák háziorvosok körében végzett, levélben kiküldött kérdőíves felmérés szerint szinte minden (96%) válaszadó lehetségesnek tartotta, egyharmaduk pedig biztosnak gondolta, hogy az EMF-expozíciónak lehet az egészséggel kapcsolatos releváns hatása, és csak 39%-uk nem kapcsolt soha betegségtünetet „elektromágneses szennyezéshez” (Leitgeb és mtsai, 2005). Így is meglepő azonban, hogy közel kétharmad részük (61%) kötötte már össze az elektromágneses expozíciót egyes betegségtünetekkel diagnózis felállítása során. Hasonló eredményű svájci telefonos felmérés szerint a háziorvosok a hozzájuk forduló „IEI-EMF-gyanús” esetek több mint felénél (54%) lehetségesnek tartották, hogy az EMF-expozíció áll a tünetek mögött, és az orvosok 61%-a szerint a mindennapos EMF-expozíció is okozhat egészségi panaszokat, sőt, 14%-uk tartotta az EMF-expozíciót saját tüneteinek lehetséges okának (Huss & Rössli, 2006). Azonban míg az osztrák vizsgálatnál 49%-os volt a válaszadási arány, addig az utóbbi felmérésnél ez csupán 28% volt, ami erősebb szelekciós torzítást okozhatott, és így a pozitív választ adó orvosok számának túlbecslésével járhatott. Egy szintén háziorvosok körében végzett német felmérés szerint is gyakori az EMF-fel kapcsolatos

orvosi konzultáció, a háziorvosok több mint 60%-a beszélt már legalább egy pácienssel az elektromágneses mezők lehetséges egészségi hatásairól, valamint az esetek felében valamilyen védekezési intézkedést is javasolt (pl. elektromos berendezés eltávolítása, lakóhely megváltoztatása) (Berg-Beckhoff és mtsai, 2010). A kérdőíves felmérés eredményei arra mutatnak, hogy a német háziorvosok csekély tudással rendelkeznek az elektromágneses mezők kockázatával kapcsolatban, védekezési javaslataik nem bizonyítékokon alapulnak és a pácienseik életére komoly következménnyel járhatnak.

Általános továbbá, hogy az idiopátiás környezeti túlérzékenységekkel küzdő személyek csalódottságukat fejezik ki a hagyományos egészségügyi ellátórendszerrel szemben, mind a diagnosztika, mind az alkalmazott intervenciók szempontjából. Így panaszaikkal eleve másoknál ritkábban kérnek orvosi segítséget (Baliatsas és mtsai, 2014; Bergdahl és mtsai, 2004; Hillert és mtsai, 2002).

## 11. Az elektromágneses túlérzékenységgel kapcsolatos etikai megfontolások

Az IEI-EMF jelensége számos országban jelentős közösségi és anyagi terhet jelent, az egészségügyi ellátórendszer és betegszabadság fokozott igénybevételével jár (Frick és mtsai, 2005; Landgrebe, Frick, és mtsai, 2008; Sivertsen & Hysing, 2008), egyéni következményei pedig még súlyosabbak. Szélsőséges esetekben az IEI-EMF-től szenvedők annak érdekében, hogy meneküljenek az EMF-expozíció jelenlététől, lakatlan területekre költöznek és szinte teljesen elszigetelik magukat a modern társadalomtól (Boyd és mtsai, 2012).

Az új technológiák megjelenésére a társadalom egy része gyakran szkepticizmussal, esetenként akár félelemmel is reagál (Dömötör és mtsai, 2019). Ezt az aggodalmat különböző faktorok – a média, tudományos bizonytalanság, politikai érdekek – sok esetben csak tovább erősítik. Az elektromágneses mezők tekintetében leggyakrabban a mobiltelefon bázisállomások felállítása ellen tiltakozó helyi csoportokról hallhatunk, azonban nem ritkán felmerül a tiltakozók részéről az egészségvédelmi irányelvek elégséges mivoltának megkérdőjelezése. Ennek a félelemnek könnyen táptalajai lehetnek a tömegmédiából szerzett egyoldalú, a potenciális veszélyeket felnagyító értesülések (Eldridge-Thomas & Rubin, 2013).

Társadalmi kérdéssé vált az elektrohiperszenzitivitás, több országban IEI-EMF önszorgító csoportokat alapítottak (pl. Svédországban – The Swedish Association for the Electrohypersensitive). Az IEI-EMF személyek szerint nem elég alacsonyak a sugárzási határértékek, így petíciókkal próbálják elérni, hogy csökkentsék azokat; ugyanakkor a különböző mérési kampányok eredményei és a hivatalos álláspont alapján a környezeti ELF és RF

tartományban eleve nagyságrendekkel az expozíciós limitek alatt vannak a mért értékek (Leitgeb, 2009). Néhány országban az IEI-EMF személyek – függetlenül az állapotukat kiváltó tényezőktől, okoktól – segélyben, rokantsági támogatásban részesülnek. Ez humánus megközelítés, azonban felmerül a kérdés, hogy meddig észszerű, és milyen mértékben jogos az, hogy az orvosok és egészségi szakértők döntéseit a páciensek tüneteikkel kapcsolatban alkotott magyarázata, beszámolója határozza meg (Foster & Rubin, 2014).

Kérdéses az IEI-EMF páciensek számára megfelelő intervenciók típusa is. A csak tüneti enyhülésre fókuszáló, lehetséges nem-EMF mechanizmust figyelembe vevő kezelést kell-e inkább szorgalmazni, vagy a páciens EMF-expozíciójának csökkentését kellene megcélozni? A WHO (2005) ajánlása az első megközelítést tartalmazza, azonban nem zárja ki a potenciálisan szerepet játszó egyéb környezeti faktorok felmérését. Eszerint *„az IEI-EMF kezelésekor az EMF csökkentésre helyezett fókusz helyett inkább a tünetekre és a klinikai képre kell helyezni a hangsúlyt. Szükséges a tünetekért potenciálisan felelőssé tehető bármilyen speciális kondíció azonosítása; alternatív pszichiátriai/pszichológiai magyarázatok keresése (pszichológiai értékelés); a lehetséges légszennyezettség, zajártalom jelenléte miatt helyszíni felmérés ott, ahol a páciensek a tüneteiket tapasztalják (munkahely és/vagy otthon); valamint a stressz csökkentése”* (WHO, 2005, 3. o.). Az Európai Együttműködés a Tudományos és Műszaki Kutatások Területén szervezet által kezdeményezett revízió alapján nem ajánlják az IEI-EMF kapcsán az EMF-expozíció mérését, mivel a tünetek és EMF-expozíció jelenléte közötti kauzális kapcsolat nem bizonyított. Helyette átfogó orvosi szűrést javasolnak a komorbid betegségek felderítése és kezelése érdekében, valamint a kauzális tényezők keresése helyett a funkcionálás és életminőség javítására helyezik a hangsúlyt (WHO, 2005). Ezzel szemben az IEI-EMF támogató csoportok és számos környezeti egészséggel foglalkozó orvos más megközelítéssel ért egyet, szerintük fontos intervenció lépés a páciensek EMF-kitettségének csökkentése (Genius & Lipp, 2012). Ez egyrészt jelentős anyagi terhet ró a betegekre (pl. térerősségmérő, árnyékoló eszközök beszerzése), másrészt potenciális áldozataivá válhatnak az IEI-EMF személyekre specializálódott szolgáltatásokat nyújtó, valós megoldások helyett költséges álmegoldásokat hirdető, csupán a nyereséget szem előtt tartó cégeknek, amelyek kihasználják az IEI-EMF személyek szenvedését (pl. matrica ragasztása a mobiltelefon hangszórójára (*“WINGUARD MOBILRA”*, é. n.) (Foster & Rubin, 2014; Köteles és mtsai, 2016). Probléma az is, hogy pszichológiai (top-down) háttér esetén a kitettség csökkentése végső soron az állapot megerősítéséhez, további életvitelbeli korlátozásokhoz és az életminőség csökkenéséhez vezethet (l. alább).

Foster és Rubin (2014) tanulmányukban más fontos, az IEI-EMF témakörében releváns etikai kérdéskört is megfogalmazott. A humán kutatásokkal



kapcsolatos etikai kérdések során kitérnek a provokációs kísérletek distresszt generáló természetére, a rossz minőségű vagy szükségtelenül elvégzett vizsgálatok IEI-EMF alanyokat veszélyeztető kockázatára.

A pszichológiai terápiás módszerekkel dolgozó orvos részéről fontos etikai szempont az őszinteség, igazmondás kérdése: elmondja-e őszintén a véleményét páciense tüneteinek okozójával kapcsolatban, még akkor is, ha a beteg esetleg szenvedélyesen elutasítja a pszichológiai faktorok szerepét, és ragaszkodik az otthona elektromos „fertőtlenítéséhez”? Ha elutasítja páciense narratíváját, azzal dühöt, csalódottságot válthat ki az illetőben, aki ennek hatására elfordulhat orvosától és olyan segítséget keres, aki empátikusabban reagál, ugyanakkor lehetséges, hogy kevésbé megalapozott tanácsokat ad (Nieto-Hernandez és mtsai, 2008). Másrészt viszont tisztességtelen az orvos részéről, ha a páciens öndiagnózisával való egyetértés látszatát kelti, miközben valójában találja azt. Ez a megtévesztő viselkedés aláássa az orvos-beteg kapcsolatot, sokak szemében ez etikai szempontból visszataszító magatartás lehet (Helgesson & Lynøe, 2008; Kanaan, 2007).

Fontos figyelembe venni, hogy ha helytelen modellre alapozzuk az IEI-EMF páciens kezelését, az nemcsak hatástalan lehet, hanem tovább ronthat a beteg állapotán. Ha nem távolítjuk el az expozíciós forrásokat azon személy környezetéből, aki meg van győződve arról, hogy tüneteiert az EMF-expozíció biofizikai hatása felelős, azzal folyamatos distressznek és az azzal járó ártalmas hatásoknak (fiziológiás stressz-rendszer krónikus aktivált állapota, szorongás stb.) tesszük ki őt, pusztán az EMF-források jelenlétével (Foster & Rubin, 2014). A környezet elektromágneses forrásoktól való megtisztítása viszont rövid távon valóban enyhíthetnek tüneteinek, azonban hosszú távon tovább erősíthetik az attribúcióval kapcsolatos hiedelmeit, olyan mértékben növelve a károsnak tartott expozíciós források számát, ami végül az egyén normál életvitelét is ellehetetleníti (WalesOnline, 2004).

Az IEI-EMF személyek részéről rendszeresen felmerül az igény, hogy hozzáférhessenek wi-fi-mentes közösségi terekhez, épületekhez. Számos országban támogatják ezeket a törekvéseket (pl. az Egyesült Államokban), és szorgalmazzák akár a mobiltelefonok, számítógépek kikapcsolását, a fluoreszcens világítás cseréjét (United States Access Board, é.n.). Ennek fényében etikai szempontból több érdekes kérdés is felmerülhet: elvárható-e az egészséges egyénektől az, hogy saját kényelmes életvitelük kárára az EMF-túlérzékeny emberekhez alkalmazkodjanak, s ha igen, milyen mértékben (pl. elvárható-e egy megbeszélés résztvevőitől a mobiltelefon kikapcsolása, ha EMF-túlérzékeny személy is jelen van? Be kellene-e tiltani az iskolákban a wi-fi-t, ha a diákok vagy tanárok egy része IEI-EMF-től szenved? Kötelezhető-e az IEI-EMF személy szomszédja a mobiltelefon és wi-fi használatának mellőzésére?) (Foster & Rubin, 2014).

Fontos látni azt, hogy ezek a kérdések jelenleg nem válaszolhatók meg egyértelműen, s eleve eldöntetlen (s talán eldönthetetlen) bioetikai és társadalmi-kulturális kérdéseket (pl. a sokféleséggel és a mássággal kapcsolatos tolerancia) feszegetnek.

## 12. Összefoglalás

Kétrészes narratív összefoglalónk első részében az elektromágneses tereknek tulajdonított idiopátiás környezeti intolerancia főbb jellemzőit összegeztük: az állapotra jellemző tüneteket, prevalenciáját, a jellemző tünet-attribúciós forrásokat, a jelenséget kísérő demográfiai, fiziológiai és pszichológiai jellemzőket. Kitértünk továbbá a kezelést végző orvosok elektromágneses túlérzékenységgel kapcsolatos hozzáállására és az állapottal kapcsolatosan felmerülő etikai megfontolásokra.

Az IEI-EMF változatos prevalenciával, de egyre nagyobb számban van jelen a különböző országokban. A jellemző panaszok egyénenként igen eltérőek és nincs tipikus, csak erre az állapotra jellemző tünet vagy tünetcsoport. Hasonlóképpen, a tünetkiváltónak vélt attribúciós források is sokrétűek, leggyakoribbak a mobiltelefonok és bázisállomásaik, újabban pedig az 5. generációs vezeték nélküli hálózattal kapcsolatos aggodalmakkal is találkozhatunk.

Az IEI-EMF tüneteit gyakran más krónikus megbetegedések is kísérik. Gyakoriak az egyéb érzékenységek és allergiák, néhány vizsgálat a tinnitusz előfordulását emelte ki. Az állapottal együtt járó nem-specifikus (pl. gyulladósos) biomarkerek gyakran kimutathatók, de csak az IEI-EMF-re jellemző specifikus biomarkereket eddig nem sikerült beazonosítani. A vegetatív idegrendszeri és mágneses rezonancia vizsgálatok alapján az elektrohiperszenzitív személyek idegrendszeri funkcionálása enyhén eltérhet az egészséges személyekétől. Azonban az egyelőre nem ismert, hogy az említett eltérésekre az IEI-EMF állapotának okozóiként vagy következményeiként kell-e tekintenünk, ahogy az sem, hogy biofizikai (*bottom-up*) útvonalon, vagy pedig *top-down* folyamatok útján létrejött változásokról van-e szó.

A pszichológiai jellemzőket vizsgáló tanulmányok eredményei szerint a pszichológiai faktorok (pl. negatív affektivitás, testi tünetek felerősítésére mutatott hajlam, modern kori egészségféltség) fontos szerepet játszanak az IEI-EMF állapot kialakulásában és fennmaradásában. Jellemző lehet továbbá – ugyanakkor nem szükségszerű – a komorbid pszichológiai, ritkábban pszichiátriai rendellenességek jelenléte.

Az IEI-EMF jelensége mind társadalmi, mind gazdasági, etikai és orvosi szempontból számos kérdést vet fel. Különös figyelmet igényel a megválasztott terápiák, intervenciók típusa, a jelenséghez való társadalmi, politikai hozzáállás és az orvosok és egészségügyi személyek páciensekkel való viszonya.

## Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a K 124132 sz. NKFIH pályázat és a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíja (BI/01045/16/2) támogatásával készült.

## Szerzői munkamegosztás

Dömötör Zsuzsanna készítette a kézirat első változatát. Köteles Ferenc a kézirat kiegészítését és javítását végezte. Szemerszky Renáta a kézirat kiegészítését és végső változatának kialakítását végezte.

## Nyilatkozat érdekütközésről

A szerzők ezúton kijelentik, hogy esetükben nem állnak fenn érdekütközések.

## Irodalom

- Andersson, B., Berg, M., Arnetz, B. B., Melin, L., Langlet, I., & Lidén, S. (1996). A cognitive-behavioral treatment of patients suffering from „electric hypersensitivity”. Subjective effects and reactions in a double-blind provocation study. *Journal of Occupational and Environmental Medicine / American College of Occupational and Environmental Medicine*, 38(8), 752–758.
- Andrianome, S., de Seze, R., Anne, B., & Selmaoui, B. (2018). Descriptive self-reporting survey of people with idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF): Similarities and comparison with previous studies. *Journal of Public Health*, 26, 461–473.
- Andrianome, S., Gobert, J., Hugueville, L., Stéphan-Blanchard, E., Telliez, F., & Selmaoui, B. (2017). An assessment of the autonomic nervous system in the electrohypersensitive population: A heart rate variability and skin conductance study. *Journal of Applied Physiology*, 123(5), 1055–1062.
- Andrianome, S., Hugueville, L., de Seze, R., Hanot-Roy, M., Blazy, K., Gamez, C., et al. (2016). Disturbed sleep in individuals with Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF): Melatonin assessment as a biological marker. *Bioelectromagnetics*, 37(3), 175–182.
- Baliatsas, C., Kamp, I. V., Lebret, E., & Rubin, G. J. (2012). Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF): A systematic review of identifying criteria. *BMC Public Health*, 12(1), 643. DOI: 10.1186/1471-2458-12-643
- Baliatsas, C., van Kamp, I., Bolte, J., Schipper, M., Yzermans, J., & Lebret, E. (2012). Non-specific physical symptoms and electromagnetic field exposure in the general population: Can we get more specific? A systematic review. *Environment International*, 41, 15–28.
- Baliatsas, C., van Kamp, I., Hooiveld, M., Lebret, E., & Yzermans, J. (2015). The relationship of modern health worries to non-specific physical symptoms and perceived environmental sensitivity: A study combining self-reported and general practice data. *Journal of Psychosomatic Research*, 79(5), 355–361.
- Baliatsas, C., van Kamp, I., Hooiveld, M., Yzermans, J., & Lebret, E. (2014). Comparing non-specific physical symptoms in environmentally sensitive patients: Prevalence, duration, functional status and illness behavior. *Journal of Psychosomatic Research*, 76(5), 405–413.

- Belpomme, D., Campagnac, C., & Irigaray, P. (2015). Reliable disease biomarkers characterizing and identifying electrohypersensitivity and multiple chemical sensitivity as two etiopathogenic aspects of a unique pathological disorder. *Reviews on Environmental Health*, 30(4), 251–271.
- Belpomme, D., Hardell, L., Belyaev, I., Burgio, E., & Carpenter, D. O. (2018). Thermal and non-thermal health effects of low intensity non-ionizing radiation: An international perspective. *Environmental Pollution*, 242, 643–658.
- Belyaev, I. Y., Markovà, E., Hillert, L., Malmgren, L. O. G., & Persson, B. R. R. (2009). Microwaves from UMTS/GSM mobile phones induce long-lasting inhibition of 53BP1/gamma-H2AX DNA repair foci in human lymphocytes. *Bioelectromagnetics*, 30(2), 129–141.
- Berg, M., Arnetz, B. B., Lidén, S., Eneroth, P., & Kallner, A. (1992). Techno-stress. A psychophysiological study of employees with VDU-associated skin complaints. *Journal of Occupational Medicine: Official Publication of the Industrial Medical Association*, 34(7), 698–701.
- Berg-Beckhoff, G., Heyer, K., Kowall, B., Breckenkamp, J., & Razum, O. (2010). The views of primary care physicians on health risks from electromagnetic fields. *Deutsches Ärzteblatt International*, 107(46), 817–823.
- Bergdahl, J. (1995). Psychologic aspects of patients with symptoms presumed to be caused by electricity or visual display units. *Acta Odontologica Scandinavica*, 53(5), 304–310.
- Bergdahl, J., & Bergdahl, M. (2001). Environmental illness: Evaluation of salivary flow, symptoms, diseases, medications, and psychological factors. *Acta Odontologica Scandinavica*, 59(2), 104–110.
- Bergdahl, J., Mårell, L., Bergdahl, M., & Perris, H. (2005). Psychobiological personality dimensions in two environmental-illness patient groups. *Clinical Oral Investigations*, 9(4), 251–256.
- Bergdahl, J., Stenberg, B., Eriksson, N., Lindén, G., & Widman, L. (2004). Coping and self-image in patients with visual display terminal-related skin symptoms and perceived hypersensitivity to electricity. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 77(8), 538–542.
- Bergqvist, U., Vogel, E., Aringer, L., Cunningham, J., Gobba, F., & Leitgeb, N., et al. (1997). Possible health implications of subjective symptoms and electromagnetic fields. In *A report prepared by a European group of experts for the European Commission, DG V*. (Vol. 19). Arbete och Hälsa. Stockholm: Swedish National Institute for Working Life.
- Blettner, M., Schlehofer, B., Breckenkamp, J., Kowall, B., Schmiedel, S., Reis, U., et al. (2009). Mobile phone base stations and adverse health effects: Phase 1 of a population-based, cross-sectional study in Germany. *Occupational and Environmental Medicine*, 66(2), 118–123.
- Boyd, I., Rubin, G. J., & Wessely, S. (2012). Taking refuge from modernity: 21st century hermits. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 105(12), 523–529.
- Carlsson, F., Karlson, B., Ørbaek, P., Osterberg, K., & Ostergren, P.-O. (2005). Prevalence of annoyance attributed to electrical equipment and smells in a Swedish population, and relationship with subjective health and daily functioning. *Public Health*, 119(7), 568–577.
- Carlsson, F., Persson, R., Karlson, B., Osterberg, K., Hansen, A. M., Garde, A. H., et al. (2006). Salivary cortisol and self-reported stress among persons with environmental annoyance. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 32(2), 109–120.
- Claassen, L., Smid, T., Woudenberg, F., & Timmermans, D. R. M. (2012). Media coverage on electromagnetic fields and health: Content analysis of Dutch newspaper articles and websites. *Health, Risk & Society*, 14(7–8), 681–696.

- Dahmen, N., Ghezel-Ahmadi, D., & Engel, A. (2009). Blood laboratory findings in patients suffering from self-perceived electromagnetic hypersensitivity (EHS). *Bioelectromagnetics*, 30(4), 299–306.
- De Luca, C., Thai, J. C. S., Raskovic, D., Cesareo, E., Caccamo, D., Trukhanov, A., et al. (2014). Metabolic and genetic screening of electromagnetic hypersensitive subjects as a feasible tool for diagnostics and intervention. *Mediators of Inflammation*, 2014, 924184. DOI: 10.1155/2014/924184
- Dieudonné, M. (2016). Does electromagnetic hypersensitivity originate from placebo responses? Indications from a qualitative study. *Bioelectromagnetics*, 37(1), 14–24.
- Dieudonné, M. (2019). Becoming electro-hypersensitive: A replication study. *Bioelectromagnetics*, 40(3), 188–200.
- Dömötör, Z., Doering, B. K., & Köteles, F. (2016). Dispositional aspects of body focus and idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF). *Scandinavian Journal of Psychology*, 57(2), 136–143.
- Dömötör, Z., Nordin, S., Witthöft, M., & Köteles, F. (2019). Modern health worries: A systematic review. *Journal of Psychosomatic Research*, 124, 109781. DOI: 10.1016/j.jpsychores.2019.109781
- Dömötör, Z., Szemerszky, R., & Köteles, F. (2017). Nature relatedness is connected with modern health worries and electromagnetic hypersensitivity. *Journal of Health Psychology*, 24(12), 1756–1764.
- Eek, F., Karlson, B., Österberg, K., & Östergren, P.-O. (2010). Factors associated with prospective development of environmental annoyance. *Journal of Psychosomatic Research*, 69(1), 9–15.
- Eldridge-Thomas, B., & Rubin, G. J. (2013). Idiopathic Environmental Intolerance Attributed to Electromagnetic Fields: A Content Analysis of British Newspaper Reports. *PLOS ONE*, 8(6), e65713. DOI: 10.1371/journal.pone.0065713
- Eltiti, S., Wallace, D., Zougkou, K., Russo, R., Joseph, S., Rasor, P., et al. (2007). Development and evaluation of the electromagnetic hypersensitivity questionnaire. *Bioelectromagnetics*, 28(2), 137–151.
- Foster, K. R., & Rubin, G. J. (2014). Allergic to Technology: Ethics and the „Electrically Hypersensitive” Individual. *Ethics in Biology, Engineering and Medicine: An International Journal*, 5(1), 39–50.
- Frick, U., Kharraz, A., Hauser, S., Wiegand, R., Rehm, J., von Kovatsits, U., et al. (2005). Comparison perception of singular transcranial magnetic stimuli by subjectively electrosensitive subjects and general population controls. *Bioelectromagnetics*, 26(4), 287–298.
- Frick, U., Rehm, J., & Eichhammer, P. (2002). Risk perception, somatization, and self report of complaints related to electromagnetic fields – A randomized survey study. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 205(5), 353–360.
- Furubayashi, T., Ushiyama, A., Terao, Y., Mizuno, Y., Shirasawa, K., Pongpaibool, P., et al. (2009). Effects of short-term W-CDMA mobile phone base station exposure on women with or without mobile phone related symptoms. *Bioelectromagnetics*, 30(2), 100–113.
- Genius, S. J., & Lipp, C. T. (2012). Electromagnetic hypersensitivity: Fact or fiction? *The Science of the total environment*, 414, 103–112.
- Greco, F. (2020). Technical assessment of ultrasonic cerebral tomosphygmography and new scientific evaluation of its clinical interest for the diagnosis of electrohypersensitivity and multiple chemical sensitivity. *Diagnostics*, 10(6). DOI: 10.3390/diagnostics10060427
- Gruber, M. J., Palmquist, E., & Nordin, S. (2018). Characteristics of perceived electromagnetic hypersensitivity in the general population. *Scandinavian Journal of Psychology*, 59(4), 422–427.

- Hagström, M., Auranen, J., & Ekman, R. (2013). Electromagnetic hypersensitive Finns: Symptoms, perceived sources and treatments, a questionnaire study. *Pathophysiology: The Official Journal of the International Society for Pathophysiology / ISP*, 20(2), 117–122.
- Hallberg, Ö., & Oberfeld, G. (2006). Letter to the Editor: Will we all become electrosensitive? *Electromagnetic Biology and Medicine*, 25(3), 189–191.
- Helgesson, G., & Lynöe, N. (2008). Should physicians fake diagnoses to help their patients? *Journal of Medical Ethics*, 34(3), 133–136.
- Hillert, L. (2001). *Hypersensitivity to electricity; symptoms, risk factors and therapeutic interventions*. (Dissertation). Karolinska Institute.
- Hillert, L., Berglind, N., Arnetz, B. B., & Bellander, T. (2002). Prevalence of self-reported hypersensitivity to electric or magnetic fields in a population-based questionnaire survey. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 28(1), 33–41.
- Hillert, L., Flato, S., Georgellis, A., Arnetz, B. B., & Kolmodin-Hedman, B. (2001). Environmental illness: Fatigue and cholinesterase activity in patients reporting hypersensitivity to electricity. *Environmental Research*, 85(3), 200–206.
- Hillert, L., Hedman, B. K., Söderman, E., & Arnetz, B. B. (1999). Hypersensitivity to electricity: Working definition and additional characterization of the syndrome. *Journal of Psychosomatic Research*, 47(5), 429–438.
- Hillert, L., Kolmodin Hedman, B., Dölling, B. F., & Arnetz, B. B. (1998). Cognitive behavioural therapy for patients with electric sensitivity – A multidisciplinary approach in a controlled study. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 67(6), 302–310.
- Hillert, L., & Kolmodin-Hedman, B. (1997). Hypersensitivity to electricity: Sense or sensibility? *Journal of Psychosomatic Research*, 42(5), 427–432.
- Hjortskov, N., Rissén, D., Blangsted, A. K., Fallentin, N., Lundberg, U., & Søgaard, K. (2004). The effect of mental stress on heart rate variability and blood pressure during computer work. *European Journal of Applied Physiology*, 92(1–2), 84–89.
- Huang, P.-C., Cheng, M.-T., & Guo, H.-R. (2018). Representative survey on idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields in Taiwan and comparison with the international literature. *Environmental Health*, 17(1), 5. DOI: 10.1186/s12940-018-0351-8
- Huss, A., & Rössli, M. (2006). Consultations in primary care for symptoms attributed to electromagnetic fields – A survey among general practitioners. *BMC Public Health*, 6, 267. DOI: 10.1186/1471-2458-6-267
- INFAS. (2006). *Ermittlung der Befürchtungen und Ängste der breiten Öffentlichkeit hinsichtlich möglicher Gefahren der hochfrequenten elektromagnetischen Felder des Mobilfunks: Abschlussbericht über die Befragung im Jahr 2006*. Institut für Angewandte Sozialwissenschaft.
- Irigaray, P., Caccamo, D., & Belpomme, D. (2018). Oxidative stress in electrohypersensitivity self-reporting patients: Results of a prospective in vivo investigation with comprehensive molecular analysis. *International Journal of Molecular Medicine*, 42(4), 1885–1898.
- Irigaray, P., Catherine, G., Carine, H., Pierre, M., & Dominique, B. (2018). Beneficial effects of a Fermented Papaya Preparation for the treatment of electrohypersensitivity self-reporting patients: Results of a phase I-II clinical trial with special reference to cerebral pulsation measurement and oxidative stress analysis. *Functional Foods in Health and Disease*, 8(2), 122–144.
- Irigaray, P., Lebar, P., & Belpomme, D. (2018). How ultrasonic cerebral tomosphygmography can contribute to the diagnosis of electrohypersensitivity. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 6(1), 8. DOI: 10.4172/2376-0311.1000142
- Johansson, A., Nordin, S., Heiden, M., & Sandström, M. (2010). Symptoms, personality traits, and stress in people with mobile phone-related symptoms and electromagnetic hypersensitivity. *Journal of Psychosomatic Research*, 68(1), 37–45.

- Johansson, O., Hilliges, M., Björnhagen, V., & Hall, K. (1994). Skin changes in patients claiming to suffer from „screen dermatitis”: A two-case open-field provocation study. *Experimental Dermatology*, 3(5), 234–238.
- Johansson, O., Hilliges, M., & Han, S. W. (1996). A screening of skin changes, with special emphasis on neurochemical marker antibody evaluation, in patients claiming to suffer from „screen dermatitis” as compared to normal healthy controls. *Experimental Dermatology*, 5(5), 279–285.
- Kamath, M. V., & Fallen, E. L. (1993). Power spectral analysis of heart rate variability: A noninvasive signature of cardiac autonomic function. *Critical Reviews in Biomedical Engineering*, 21(3), 245–311.
- Kanaan, R. A. A. (2007). Ethical issues in the management of somatoform disorders. *Psychiatry*, 6(2), 63–66.
- Kato, Y., & Johansson, O. (2012). Reported functional impairments of electrohypersensitive Japanese: A questionnaire survey. *Pathophysiology*, 19(2), 95–100.
- Kim, D. W., Lee, J. H., Ji, H. C., Kim, S. C., Nam, K. C., & Cha, E. J. (2008). Physiological effects of RF exposure on hypersensitive people by a cell phone. *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Annual Conference, 2008*, 2322–2325. DOI: 10.1109/IEMBS.2008.4649663
- Kjellqvist, A., Palmquist, E., & Nordin, S. (2016). Psychological symptoms and health-related quality of life in idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields. *Journal of Psychosomatic Research*, 84, 8–12.
- Köteles, F., Szemerszky, R., Gubányi, M., Körmendi, J., Szekrényesi, C., Lloyd, R., et al. (2013). Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF) and electrosensitivity (ES) – Are they connected? *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 216(3), 362–370.
- Köteles, F., Tarján, E., & Berkes, T. (2016). Artificial concerns. Effects of a commercial advertisement on modern health worries and sympathetic activation. *Mentálhigiéné és Pszichoszomatika*, 17(1), 61–79.
- Landgrebe, M., Barta, W., Rosengarth, K., Frick, U., Hauser, S., Langguth, B., et al. (2008). Neuronal correlates of symptom formation in functional somatic syndromes: A fMRI study. *NeuroImage*, 41(4), 1336–1344.
- Landgrebe, M., Frick, U., Hauser, S., Hajak, G., & Langguth, B. (2009). Association of Tinnitus and Electromagnetic Hypersensitivity: Hints for a Shared Pathophysiology? *PLoS ONE*, 4(3), e5026. DOI: 10.1371/journal.pone.0005026
- Landgrebe, M., Frick, U., Hauser, S., Langguth, B., Rosner, R., Hajak, G., et al. (2008). Cognitive and neurobiological alterations in electromagnetic hypersensitive patients: Results of a case-control study. *Psychological Medicine*, 38(12), 1781–1791.
- Landgrebe, M., Hauser, S., Langguth, B., Frick, U., Hajak, G., & Eichhammer, P. (2007). Altered cortical excitability in subjectively electrosensitive patients: Results of a pilot study. *Journal of Psychosomatic Research*, 62(3), 283–288.
- Leitgeb, N. (2009). Electromagnetic hypersensitivity. In: J. C. Lin (Eds.), *Advances in electromagnetic fields in living systems* (167–197). New York: Springer
- Leitgeb, N., & Schröttner, J. (2003). Electrosensitivity and electromagnetic hypersensitivity. *Bioelectromagnetics*, 24(6), 387–394.
- Leitgeb, N., Schröttner, J., & Böhm, M. (2005). Does “electromagnetic pollution” cause illness? *Wiener Medizinische Wochenschrift*, 155(9–10), 237–241.
- Levallois, P. (2002). Hypersensitivity of human subjects to environmental electric and magnetic field exposure: A review of the literature. *Environmental Health Perspectives*, 110(S4), 613–618.

- Levallois, P., Neutra, R., Lee, G., & Hristova, L. (2002). Study of self-reported hypersensitivity to electromagnetic fields in California. *Environmental Health Perspectives*, 110(S4), 619–623.
- Lonne-Rahm, S., Andersson, B., Melin, L., Schultzberg, M., Arnetz, B., & Berg, M. (2000). Provocation with stress and electricity of patients with „sensitivity to electricity”. *Journal of Occupational and Environmental Medicine / American College of Occupational and Environmental Medicine*, 42(5), 512–516.
- Lyskov, E., Sandström, M., & Hansson Mild, K. (2001). Neurophysiological study of patients with perceived „electrical hypersensitivity”. *International Journal of Psychophysiology: Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, 42(3), 233–241.
- Marc-Vergnes, J.-P. (2010). Electromagnetic hypersensitivity: The opinion of an observer neurologist. *Comptes Rendus Physique*, 11(9–10), 564–575.
- McCarty, D. E., Carrubba, S., Chesson, A. L., Frilot, C., Gonzalez-Toledo, E., & Marino, A. A. (2011). Electromagnetic Hypersensitivity: Evidence for a Novel Neurological Syndrome. *International Journal of Neuroscience*, 121(12), 670–676.
- Mohler, E., Frei, P., Braun-Fahrländer, C., Fröhlich, J., Neubauer, G., Rössli, M., et al. (2010). Effects of everyday radiofrequency electromagnetic-field exposure on sleep quality: A cross-sectional study. *Radiation Research*, 174(3), 347–356.
- Nieto-Hernandez, R., Rubin, G. J., Cleare, A. J., Weinman, J. A., & Wessely, S. (2008). Can evidence change belief? Reported mobile phone sensitivity following individual feedback of an inability to discriminate active from sham signals. *Journal of Psychosomatic Research*, 65(5), 453–460.
- Nordin, S., Neely, G., Olsson, D., & Sandström, M. (2014). Odor and noise intolerance in persons with self-reported electromagnetic hypersensitivity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(9), 8794–8805. DOI: 10.3390/ijerph110908794
- Oftedal, G., Rubin, G. J., Hillert, L., & Rongen, E. van. (2012). Are some people hypersensitive to electromagnetic fields. *EMF Spectrum*, 1, 3–7.
- Österberg, K., Persson, R., Karlson, B., Eek, F. C., & Ørbæk, P. (2007). Personality, mental distress, and subjective health complaints among persons with environmental annoyance. *Human & Experimental Toxicology*, 26(3), 231–241.
- Österberg, K., Persson, R., Karlson, B., & Orbaek, P. (2004). Annoyance and performance of three environmentally intolerant groups during experimental challenge with chemical odors. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 30(6), 486–496.
- Palmquist, E., Claeson, A.-S., Neely, G., Stenberg, B., & Nordin, S. (2014). Overlap in prevalence between various types of environmental intolerance. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 217(4), 427–434.
- Persson, R., Eek, F. C., Österberg, K., Ørbæk, P., & Karlson, B. (2008). A two-week monitoring of self-reported arousal, worry and attribution among persons with annoyance attributed to electrical equipment and smells. *Scandinavian Journal of Psychology*, 49(4), 345–356.
- Regel, S. J., Negovetic, S., Rössli, M., Berdiñas, V., Schuderer, J., Huss, A., et al. (2006). UMTS base station-like exposure, well-being, and cognitive performance. *Environmental Health Perspectives*, 114(8), 1270–1275.
- Rossini, P. M., Burke, D., Chen, R., Cohen, L. G., Daskalakis, Z., Di Iorio, et al. (2015). Non-invasive electrical and magnetic stimulation of the brain, spinal cord, roots and peripheral nerves: Basic principles and procedures for routine clinical and research application. An updated report from an I.F.C.N. Committee. *Clinical neurophysiology : official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 126(6), 1071–1107.
- Rössli, M. (2008). Radiofrequency electromagnetic field exposure and non-specific symptoms of ill health: A systematic review. *Environmental Research*, 107(2), 277–287.



- Röösli, M., Moser, M., Baldinini, Y., Meier, M., & Braun-Fahländer, C. (2004). Symptoms of ill health ascribed to electromagnetic field exposure – a questionnaire survey. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 207(2), 141–150.
- Rubin, G. J., Cleare, A. J., & Wessely, S. (2008). Psychological factors associated with self-reported sensitivity to mobile phones. *Journal of Psychosomatic Research*, 64(1), 1–9, 11–12.
- Sandström, M., Lyskov, E., Berglund, A., Medvedev, S., & Hansson Mild, K. (1997). Neurophysiological effects of flickering light in patients with perceived electrical hypersensitivity. *Journal of Occupational and Environmental Medicine / American College of Occupational and Environmental Medicine*, 39(1), 15–22.
- Sandström, M., Lyskov, E., Hörnsten, R., Hansson Mild, K., Wiklund, U., Rask, P., et al. (2003). Holter ECG monitoring in patients with perceived electrical hypersensitivity. *International Journal of Psychophysiology: Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, 49(3), 227–235.
- Sauvé, W., & Crowther, L. (2014). The Science of Transcranial Magnetic Stimulation. *Psychiatric Annals*, 44, 279–283.
- Schreier, N., Huss, A., & Röösli, M. (2006). The prevalence of symptoms attributed to electromagnetic field exposure: A cross-sectional representative survey in Switzerland. *Sozial- Und Präventivmedizin*, 51(4), 202–209.
- Schröttner, J., & Leitgeb, N. (2008). Sensitivity to electricity – Temporal changes in Austria. *BMC Public Health*, 8(1), 310. DOI: 10.1186/1471-2458-8-310
- Schüz, J., Petters, C., Egle, U. T., Jansen, B., Kimbel, R., Letzel, S., et al. (2006). The “Mainzer EMF-Wachhund”: Results from a watchdog project on self-reported health complaints attributed to exposure to electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics*, 27(4), 280–287.
- Silny, J. (1999). Electrical hypersensitivity in humans – Fact or fiction? *Zentralblatt Für Hygiene Und Umweltmedizin = International Journal of Hygiene and Environmental Medicine*, 202(2–4), 219–233.
- Sivertsen, B., & Hysing, M. (2008). Psychological factors associated with self-reported sensitivity to mobile phones. *Journal of Psychosomatic Research*, 64(1), 11–12.
- Sloan, R. P., Shapiro, P. A., Bagiella, E., Boni, S. M., Paik, M., Bigger, J. T., et al. (1994). Effect of mental stress throughout the day on cardiac autonomic control. *Biological Psychology*, 37(2), 89–99.
- Stenberg, B., Bergdahl, J., Edvardsson, B., Eriksson, N., Lindén, G., & Widman, L. (2002). Medical and social prognosis for patients with perceived hypersensitivity to electricity and skin symptoms related to the use of visual display terminals. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 28(5), 349–357.
- Szemerszky, R., Dömötör, Z., Witthöft, M., & Köteles, F. (2021). Modern health worries and idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields are associated with paranoid ideation. *Journal of Psychosomatic Research*, 146, 110501. DOI: 10.1016/j.jpsychores.2021.110501
- Szemerszky, R., Gubányi, M., Árvai, D., Dömötör, Z., & Köteles, F. (2015). Is there a connection between electrosensitivity and electrosensibility? A replication study. *International Journal of Behavioral Medicine*, 22(6), 755–763.
- Szemerszky, R., Köteles, F., & Bárdos, G. (2009). A környezeti elektromágneses terhelés hatásának tulajdonított nem specifikus tünetek és a tünetképzés pszichológiai háttértervezői. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 64(3), 553–571.
- Szemerszky, R., Köteles, F., Lihi, R., & Bárdos, G. (2010). Polluted places or polluted minds? An experimental sham-exposure study on background psychological factors of symptom formation in „Idiopathic Environmental Intolerance attributed to electromagnetic fields”. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 213(5), 387–394.

- Szemerszky, R., Dömötör, Zs., & Köteles, F. (2019). One Single Question Is not Sufficient to Identify Individuals With Electromagnetic Hypersensitivity. *Clinical Psychology in Europe*, 1(4), e35668. DOI: 10.32872/cpe.v1i4.35668
- Trimmel, M., & Schweiger, E. (1998). Effects of an ELF (50 Hz, 1 mT) electromagnetic field (EMF) on concentration in visual attention, perception and memory including effects of EMF sensitivity. *Toxicology Letters*, 96–97, 377–382.
- Tseng, M.-C. M., & Cheng, T.-J. (2014). Effects of psychopathology on the characteristics of individuals with self-reported electromagnetic field hypersensitivity. *Taiwanese Journal of Psychiatry*, 28(1), 27–37.
- Tseng, M.-C. M., Lin, Y.-P., & Cheng, T.-J. (2011). Prevalence and psychiatric comorbidity of self-reported electromagnetic field sensitivity in Taiwan: A population-based study. *Journal of the Formosan Medical Association = Taiwan Yi Zhi*, 110(10), 634–641.
- Ulmer, S., & Bruse, M. (2006). *Supplementary Information on Electromagnetic Hypersensitive. Final report German Mobile Telecommunication Research Program*. <http://www.emf-forschungsprogramm.de>
- United States Access Board. (é. n.). *Recommendations for Accommodations*. Elérés: 2017. 04. 14-én: <https://www.access-board.gov/research/completed-research/indoor-environmental-quality/recommendations-for-accommodations>
- Van den Bergh, O., Winters, W., Devriese, S., & Diest, I. V. (2002). Learning subjective health complaints. *Scandinavian Journal of Psychology*, 43(2), 147–152.
- van Dongen, D., Smid, T., & Timmermans, D. R. M. (2014). Symptom attribution and risk perception in individuals with idiopathic environmental intolerance to electromagnetic fields and in the general population. *Perspectives in Public Health*, 134(3), 160–168.
- WalesOnline (2004. szeptember 7.). *Allergy to electricity leaves woman fearing winter freeze*. walesonline. Elérés: 2022. 01. 27-én: <http://www.walesonline.co.uk/news/wales-news/allergy-electricity-leaves-woman-fearing-2421969>
- Wassermann, E. M., Greenberg, B. D., Nguyen, M. B., & Murphy, D. L. (2001). Motor cortex excitability correlates with an anxiety-related personality trait. *Biological Psychiatry*, 50(5), 377–382.
- WHO (2004). *WHO workshop on Electrical Hypersensitivity – Working Group Meeting Report*. Elérés: 2022. 01. 27-én: [https://www.who.int/peh-emf/meetings/hypersens\\_wgrep\\_oct04.pdf](https://www.who.int/peh-emf/meetings/hypersens_wgrep_oct04.pdf)
- WHO (2005). *Fact Sheet No. 296: Electromagnetic fields and public health*. World Health Organization. Elérés: 2022. 01. 27-én: [http://www.emfandhealth.com/WHO\\_EMSSensitivity.pdf](http://www.emfandhealth.com/WHO_EMSSensitivity.pdf)
- Wilén, J., Johansson, A., Kalezić, N., Lyskov, E., & Sandström, M. (2006). Psychophysiological tests and provocation of subjects with mobile phone related symptoms. *Bioelectromagnetics*, 27(3), 204–214.
- WINGUARD MOBILRA (é. n.). Elérés: 2017. 04. 14-én: [http://winaliteanionsbetet.hu/winguard\\_mobilra.html](http://winaliteanionsbetet.hu/winguard_mobilra.html)

## **Idiopathic environmental intolerance (IEI-EMF) - from the viewpoint of the impacted individuals**

DÖMÖTÖR, ZSUZSANNA – KÖTELES, FERENC  
- SZEMERSZKY, RENÁTA

In our two narrative reviews we summarize the current scientific knowledge on idiopathic environmental intolerance (IEI-EMF; aka electromagnetic hypersensitivity). Individuals with electromagnetic hypersensitivity experience symptoms in the proximity or during the use of electrical devices and ascribe them to the electromagnetic exposure. According to the actual standpoint of the World Health Organization, IEI-EMF is not a diagnostic category. As the assumed causal association between exposure and symptoms is not supported by empirical findings, the condition is regarded as an instance of the broad category of idiopathic environmental intolerances. Prevalence of the condition shows a considerable variability among countries. Also, there is a heterogeneity with respect to quality, seriousness and chronicity of the experienced symptoms. Most frequently non-specific and skin-related symptoms are reported. IEI-EMF is often accompanied by altered physiological and cognitive functioning and other somatic and mental diseases. It is also characterized by high level of distress and decreased somatic and mental well-being. In this paper, we discuss IEI-EMF from the viewpoint of the impacted individuals. We present its prevalence, the typical symptoms and attributions, and demographic, physiological and psychological characteristics of people with IEI-EMF. We also present attitudes of physicians toward IEI-EMF and the related ethical issues.

**Keywords:** idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields, IEI-EMF, electromagnetic hypersensitivity, EHS, environmental intolerance, medically unexplained symptoms, EMF-hypersensitivity

---

A cikk a Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) feltételei szerint publikált Open Access közlemény, melynek szellemében a cikk bármilyen médiumban szabadon felhasználható, megosztható és újraközölhető, feltéve, hogy az eredeti szerző és a közlés helye, illetve a CC License linkje és az esetlegesen végrehajtott módosítások feltüntetésre kerülnek. (SID\_1)